



Ex Bibliotheca Canoniorum Grae-  
monstratensium in Steingaden.



1786.





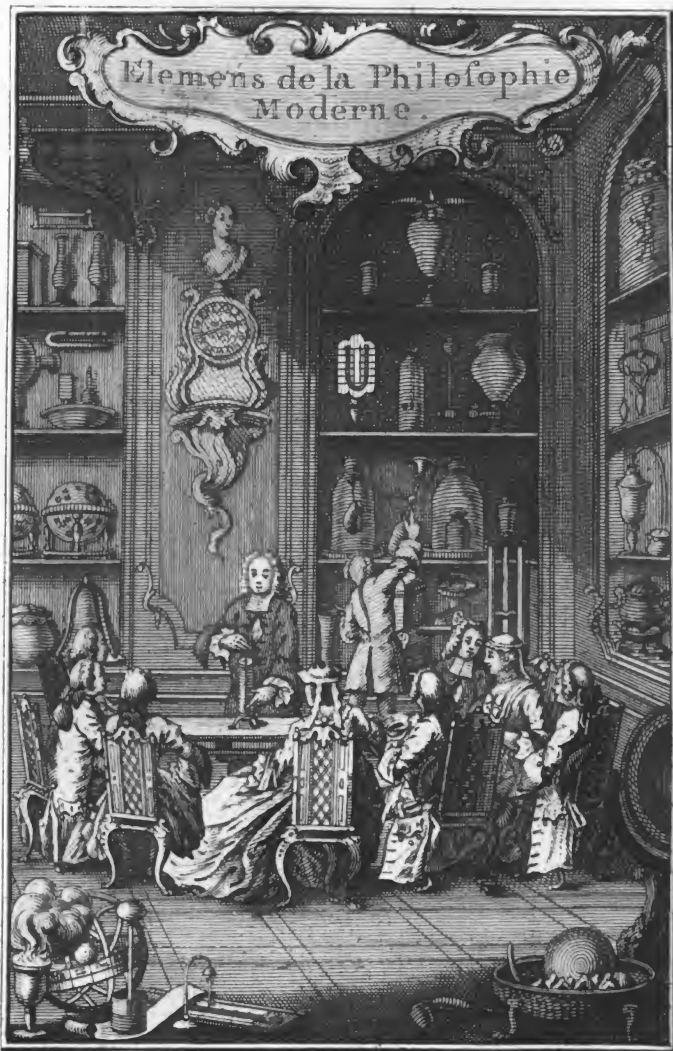




Enc. 37  
18,1

Enc. 41. n. p. 154-6





*N. v. Frankendaal del. et fecit.*

**CHEZ Z. CHATELAIN, & FILS,  
A. AMSTERDAM.**



S U I T E D E  
L A S C I E N C E

D E S P E R S O N N E S D E C O U R ,  
D ' E P E E E T D E R O B E .

C O N T E N A N T L E S

E L E M E N S

D E L A

P H I L O S O P H I E

M O D E R N E ,

L A P N E U M A T I Q U E , L A M E T A P H Y S I Q U E ,  
L A P H Y S I Q U E E X P E R I M E N T A L E , L E  
S Y S T E M E D U M O N D E , S U I V A N T L E S  
N O U V E L L E S D E C O U V E R T E S .

*ad noia* *Ouvrage enrichi de Figures.* *Steingal*  
P A R M R . P I E R R E M A S S U E T ,

*1755*  
D o c t e u r e n M é d e c i n e .

T O M E P R E M I E R .



A A M S T E R D A M ,  
C h e z Z . C H A T E L A I N E T F I L S .  
M D C C L I I .

Bayerische  
Staatsbibliothek  
München



# P R E F A C E

## DE

### L'AUTEUR.



E n'ai composé ce petit Ouvrage qu'en faveur de ceux qui veulent être Philosophes à bon marché , & pour servir de suite à la *Science des Personnes de Cour*. Après avoir fait choix de tout ce que j'ai pu trouver de meilleur & de plus à la mode , j'ai réduit chaque chose presque à ses élémens, ayant évité, autant qu'il m'a été possible, d'entrer dans des détails ou peu instructifs , ou qui ne sont pas à la

\* 2

portée

## P R E F A C E

portée de tout le monde. J'ai tâché d'imiter la Nature, qui met par-tout l'épargne dans l'exécution. La Philosophie est une espèce d'enchère, où ceux qui offrent de faire les choses à moins de frais, l'emportent sur les autres. On aime assez à s'instruire, mais on craint la peine & le travail. Il en est d'un gros Ouvrage comme d'un fardeau trop pesant; on ne veut pas y toucher. Dans les meilleures choses la profusion nous dégoûte, & leur trop grand éloignement ne nous frappe point. *Nous sommes, dit Montagne, tous contraints & amoncellés en nous, & avons la vue raccourcie à la longueur de notre nez.*

J'ai rassemblé sous un même point de vue une infinité d'objets dispersés çà & là, souvent sans ordre, sans liaison. On les voit ici ensemble presque du même coup d'œil, de même qu'on découvre tout à la fois de vastes régions sur une Carte géographique. On peut aller à la Vérité par plusieurs routes; la plus courte, celle

## DE L'AUTEUR.

celle qui fatigue le moins, est la meilleure; & c'est celle que j'ai tâché de suivre.

Les Sources où j'ai puisé, sont les Ouvrages de ces Grands-hommes qui ont sondé la Nature, & l'ont comme forcée à leur reveler ses secrets. Tout le mérite de la Physique moderne est dû aux travaux de ces excellens Guides, à la force de leur génie, à la sagacité de leur esprit. Par des expériences sans nombre ils ont dévoilé la Nature, & nous ont fait voir un spectacle d'autant plus surprenant, qu'il étoit nouveau & imprévu. Descartes, Newton, Cassini, Huyghens, Perrault, Bernoulli, Keill, 's Gravesande, Boerhave, Musschenbroek, Maupertuis, de Mairan, Wolff, Voltaire, Desaguliers, le Cat, les Abbés Pluche & Nollet; voila les principaux Auteurs que j'ai suivis, & à qui je suis redevable de ce qu'il peut y avoir de bon dans ces Elémens.

Mais celui de ces Philosophes dont j'ai le plus profité, c'est l'Illustre 's Gravesande, l'ornement de cette

\* 3

Répu-

## P R E F A C E

République, & l'un des plus Grands-hommes qu'elle ait jamais produits. Il possédoit à fond toutes les parties de la Philosophie; tout ce qu'elle a de plus sublime lui étoit familier. Quelle sagacité dans sa Métaphysique? Quelle précision, quelle justesse dans sa Logique! Quelle profondeur, quelle pénétration dans sa Physique! Plein d'amour pour la Vérité, il la préféroit à tout. La Raison, la Nature étoient ses Guides. Tout ce qu'il établit est ou démontré mathématiquement, ou fondé sur les expériences. Point de conjectures hasardées dans ses Ecrits. Dans toutes ses recherches il suit la Nature, il ne la prévient point par des jugemens précipités. Adopte-t-il un Systême, c'est que ce Systême s'accorde avec les phénomènes. Ici il suit Newton, là il l'abandonne. Un phénomène lui paroît-il incompréhensible, il n'entreprend pas de l'expliquer, il le laisse là pour ce qu'il est. *Non enim nos Deus ista scire, sed tantummodo uti voluit.* Décide-t-il, c'est toujours modestement, & avec une espèce de timidité. Ou-



## DE L'AUTEUR

Outre cette Philosophie, qui nous apprend à connoître la Nature, il possédoit au suprême degré celle qui va jusqu'au cœur, & qui y établit cette douce & délicieuse tranquillité qui fait le bonheur de l'Homme. Lorsque la mort vient lui ravir, dans un très court espace de tems, deux Enfans chéris, qui promettoient beaucoup, & qu'il faisoit élever sous ses yeux par un homme de mérite (a); après avoir versé un torrent de larmes, après s'être abandonné à ces premiers mouvemens qu'inspire une tendresse vraiment paternelle, il rentre en lui-même, & sa raison modérant les sentimens que lui inspiroit la Nature, il se soumet aux ordres de la Providence, dont il adore les jugemens. Il aimoit à faire du bien aux Hommes, à ceux mêmes qu'il connoissoit à peine, aux Etrangers. Lorsqu'il rendoit service, c'étoit toujours avec une affabilité qui gagnoit les cœurs. Je l'ai éprouvé moi-même,

(a) Mr. Allamand, aujourd'hui Professeur en Philosophie dans l'Université de Leyde.

## P R E F A C E

me, & le souvenir de ce que je dois à un si Grand-homme m'a porté à faire cette digression, pour donner à ses Manes un témoignage public de ma reconnoissance.

Sur quantité de questions qui partagent les Philosophes, je n'ai pris aucun parti: j'ai exposé le pour & le contre, & laissé au Lecteur tout le droit qu'il a de se déterminer comme bon lui semble. Ce n'est pas à moi à donner le branle aux décisions des autres. Dailleurs je n'aime point à décider. Je me suis si souvent trompé, soit faute d'attention, ou pour avoir trop déferé à l'autorité de mes Maîtres, que je n'ai plus sur bien des choses que de simples idées provisionnelles. *Dicendum est, sed ita ut nihil affirmem, quæram omnia, dubitans plerumque, & mihi diffidens* (a).

Irai-je affirmer que le Feu & la Lumière sont deux Elémens qui diffèrent essentiellement l'un de l'autre, ou qu'il n'y a entre eux nulle différence? S'il n'y a sur cette question que de simples probabilités à alléguer,

(a) Cicero., de Divinat. L. II. C. 3.

## DE L'AUTEUR.

guer, n'est-ce pas prendre le meilleur parti que de la laisser indécise ? Vous voulez vous déterminer. Mais pourquoi ? Que gagnez-vous ici à dire oui ou non ? Vous ne risquez rien d'attendre que de nouvelles expériences viennent vous éclairer.

On est fort inquiet de savoir si la Lumière nous vient du Soleil & autres Corps lumineux, ou si elle est dispersée d'un bout de la Nature à l'autre ; en sorte que le Soleil, un Flambeau, une Étincelle, ne fassent que la fouler, la presser, la diriger vers tous les endroits où on l'aperçoit. J'ai rapporté (a) les argumens allégués de part & d'autre sur ces deux opinions, qui ont l'une & l'autre d'illustres partisans. Chacun se fonde sur des principes qu'il regarde comme incontestables. Mais, de même qu'il y a des principes qui mènent au Vrai, n'y en a-t-il pas aussi qui conduisent au Faux ? Lorsque Descartes s'est trompé, il alloit de principes en principes. A-t-on jamais

(a) Voyez le Chapitre du Feu & sur-tout celui de la Lumière.

## P R E F A C E

jamais posé plus de principes que Clarke & Leibnitz dans leur fameuse Dispute, à laquelle une grande Reine voulut bien s'intéresser? Cependant l'un ou l'autre de ces deux Philosophes étoit dans l'erreur.

Dans le nouveau Systême du Monde, notre Terre & toutes les autres Planètes tournent autour du Soleil. Mais quelles sont les loix d'où dépend ce mouvement? Celles de la gravitation, disent les Newtoniens. Une force inconnue, qu'on nomme l'Attraction, tire les Planètes vers le Soleil, & les fait graviter vers lui. Newton examinant la marche & le poids de chacune de ces Planètes, & comparant la marche du Soleil vers elles, & les gravitations ou tendances respectives, tant des Planètes vers le Soleil, que des Planètes du premier ordre les unes vers les autres, & des Planètes secondaires vers la grosse Planète qui leur sert de centre, il en déduit des situations & un cours qui se trouvent plus conformes aux phénomènes que tout ce qu'on avoit établi avant lui;  
&

## DE L'AUTEUR.

& c'est sur cette comparaison des forces attractives des Planètes que roule la plus célèbre partie de la Physique du Philosophe Anglois.

Dans le Systême des Cartésiens c'est tout autre chose. Au-lieu de recourir à l'Attraction, qu'ils rangent dans la classe des Vertus occultes des Anciens, ils supposent que les Planètes nagent dans un grand Tourbillon de matière fluïde, qui tournant autour du Soleil, les emporte, & est la cause de leur mouvement.

Voilà une dispute qui peut-être n'aura jamais de fin. Il est certain que le Systême de Newton s'accorde parfaitement avec les phénomènes de la Nature, il ne contredit en rien l'expérience. Le Vuide qu'il admet dans l'Univers paroît démontré; & la prétension des Cartésiens, qui confondent l'idée de l'Espace ou de l'Etendue pénétrable avec celle du Corps ou de l'Etendue solide, est quelque chose de si étrange, qu'on ne peut guère la soutenir que par une espèce d'entêtement. Ce qui contient un Corps, peut-il être un Corps? Cela  
pa-

## P R E F A C E

paroit contradictoire. Si l'Espace pur est un Corps, deux Corps occupent donc le même lieu en même tems. Or cela est absurde, puisque la Matière est par elle-même impénétrable.

L'Hypothèse de Newton, pour expliquer l'ordre du Ciel, est-elle donc démontrée dans toutes ses parties, & faut-il lui donner la préférence à celle de Descartes? Comme cette question est examinée à fond dans quantité d'Ouvrages, je me suis contenté d'indiquer ceux qui méritent le plus d'être consultés, & d'y renvoyer le Lecteur. Un volume entier ne suffiroit pas pour rapporter tout ce qui s'est dit, soit en faveur, soit contre l'une ou l'autre de ces deux Hypothèses.

Je n'ai parcouru non plus que très légèrement les Systèmes des Philosophes, touchant l'origine, la structure, & le mécanisme de l'Univers. Les principaux de ces Systèmes sont ceux d'Aristote, des Péripatéticiens, d'Epicure, de Lucrèce, de Gassendi, & de Descartes. Mais ces Sy-

stème-



## DE L'AUTEUR.

stêmes , quelque ingénieux qu'ils soient , sont-ils autre chose qu'un pur Roman ? Tout ce que nous pouvons avancer hardiment , c'est qu'à la honte de tous ces beaux & grands Génies , & de l'aveu même de tous les Philosophes modernes les plus sensés , nous ne connoissons point & ne connoitrons jamais le fond de la Nature , ni les ressorts qui la font agir , & que la structure de l'Univers entier , & de chacune de ses parties , est pour nous un mystère impénétrable. C'est être fou que de vouloir aller beaucoup au-delà du sensible , & d'exercer notre foible raison sur ce que Dieu a jugé à propos de nous cacher.

*Si tu veux éviter les écueils ordinaires ,  
Où se brise l'orgueil des Esprits téméraires ,  
Sur des Mondes sans nombre éloignés de tes yeux ,  
Garde-toi de porter des regards curieux ;  
Cherche Dieu dans ce Monde , où sa vive lumière  
S'offre de toutes parts à ta foible paupière.  
Tu ne peux d'un regard voir les ressorts divers ,  
Dont le parfait concert entretient l'Univers ;  
Pénétrer par quel art la Puissance Suprême ,  
Des Tourbillons errans a réglé le Système ;*

*Par*

## PREFACE DE L'AUTEUR.

*Parcourir les Soleils, les Globes radieux,  
Et les Êtres divers qui remplissent les Cieux;  
Et tu veux des Decrets, qui formèrent le Monde,  
Comprendre clairement la Sagesse profonde.  
Dans les liens du corps ton esprit arrêté,  
Au céleste Conseil a-t-il donc assisté ?  
Est-ce une main divine, ou toi, faiblesse humaine,  
Qui formas, qui soutiens cette invisible chaîne,  
Dont l'effort insensible attire tous les corps,  
Et qui les attirant dirige leurs ressorts (a) ?*

(a) Pope, - *Essai sur l'Homme*, Epit. 1<sup>er</sup>. 29. 58  
suiv.



## TABLE.

# T A B L E

## D E S

### CHAPITRES,

*Contenus dans les Elémens de la  
Philosophie Moderne.*

INTRODUCTION. *De la Philosophie en  
général.* Pag. I.

#### LIVRE PREMIER.

DE LA PNEUMATIQUE. 3.

- CHAP. I. *De Dieu.* ibid.  
 — II. *De l'Ame humaine.* 30.  
 — III. *De l'Ame des Bêtes.* 45.

#### LIVRE SECOND.

DE LA METAPHYSIQUE. 48.

- CHAP. I. *De l'Etre en général.* 49.  
 — II. *De la Substance, de l'Es-  
sence, des Attributs, & des  
Accidens ou Modes.* ibid.  
 — III. *Du Principe de Contradic-  
tion, du Possible & de  
l'impossible.* 53  
 — IV. *Du Rien, ou du Néant.* 56  
 — V. *Du Principe de la Raison  
suffisante, de celui des  
Indiscernables, & de ce-  
lui de Continuité.* 57  
 CHAP.

# T A B L E

CHAP.	VI. <i>Du Nécessaire &amp; du Contingent.</i>	Pag. 61
—	VII. <i>De la Liberté &amp; de la Fatalité.</i>	62
—	VIII. <i>Du tems &amp; de la Durée.</i>	65
—	IX. <i>De l'Identité.</i>	67
—	X. <i>Des Causes &amp; des Effets.</i>	68

## LIVRE TROISIEME.

### DE LA PHYSIQUE EXPERIMENTALE. 70

CHAP.	I. <i>De la Physique en général. Des Règles &amp; des Loix de la Nature. Division de la Physique. Son Utilité. Histoire des découvertes faites par les Anciens &amp; par les Modernes. Pourquoi l'étude de cette Science doit entrer dans le plan de l'Education des Enfans.</i>	ibid.
—	II. <i>Des Mathématiques.</i>	103
—	III. <i>De l'Aritmétique.</i>	104
—	IV. <i>De l'Algèbre.</i>	120
—	V. <i>De la Géométrie.</i>	128
—	VI. <i>Du Lieu, &amp; de l'Espace pur ou du Vuide.</i>	144
—	VII. <i>Des Corps, ou de la Matière en général.</i>	156
—	VIII. <i>Des Elémens des Corps.</i>	157
		CHAP.

# DES CHAPITRES.

CHAPITRE IX.	<i>De la Divisibilité de la Matière.</i>	Pag. 161
X.	<i>De l'Etendue, de la Solidité, &amp; de l'Impénétrabilité des Corps.</i>	179
XI.	<i>De la Porosité des Corps.</i>	186
XII.	<i>De la Figure des Corps.</i>	192
XIII.	<i>De la Mollesse, de la Fermeté, de la Dureté, de la Compressibilité, de la Flexibilité, de l'Elasticité, de la Cohésion, de la Fluidité, de la Consistance ou Fixité, de la Rareté, de la Transparence, &amp; de l'Opacité des Corps.</i>	197
XIV.	<i>De la Force d'Inertie, ou Force passive.</i>	204
XV.	<i>Du Mouvement, des Forces vives &amp; mortes, &amp; du Repos.</i>	206
XVI.	<i>Du Mouvement de Réfraction.</i>	217
XVII.	<i>Du Mouvement de Réflexion.</i>	222
XVIII.	<i>Du Choc des Corps, &amp; de la Résistance des Milieux.</i>	227
XIX.	<i>De la Gravité ou Pésanteur, &amp; du Poids des Corps.</i>	232

CHAP.

# T A B L E

<b>CHAPITRE</b>	<b>XX.</b>	<b><i>Des Forces centrales.</i></b>	<b>Pag. 238</b>
—	<b>XXI.</b>	<b><i>De la Mécanique en général.</i></b>	<b>241</b>
—	<b>XXII.</b>	<b><i>Des Frottemens.</i></b>	<b>250</b>
—	<b>XXIII.</b>	<b><i>De la Balance ordinaire, &amp; du Peson ou Balance Romaine.</i></b>	<b>257</b>
—	<b>XXIV.</b>	<b><i>Du Levier.</i></b>	<b>261</b>
—	<b>XXV.</b>	<b><i>Du Centre de Gravité ou de Pésanteur, &amp; de l'Équilibre.</i></b>	<b>270</b>
—	<b>XXVI.</b>	<b><i>Des Poulies, &amp; des Moufles ou Poulies mouflées.</i></b>	<b>273</b>
—	<b>XXVII.</b>	<b><i>Des Roues.</i></b>	<b>282</b>
—	<b>XXVIII.</b>	<b><i>Du Treuil ou Tour, &amp; du Vindas ou Cabestan.</i></b>	<b>285</b>
—	<b>XXIX.</b>	<b><i>Du Plan incliné.</i></b>	<b>286</b>
—	<b>XXX.</b>	<b><i>Du Coïn.</i></b>	<b>293</b>
—	<b>XXXI.</b>	<b><i>Des Différentes sortes de Vis ou Hélices.</i></b>	<b>298</b>
—	<b>XXXII.</b>	<b><i>Des Cordes &amp; des Hygromètres.</i></b>	<b>301</b>
—	<b>XXXIII.</b>	<b><i>Des Moulins à eau, à vent, à bras, sur bateau, à sier, &amp; à poudre.</i></b>	<b>310</b>
—	<b>XXXIV.</b>	<b><i>De l'Attraction Newtonienne &amp; de la Répulsion.</i></b>	<b>324</b>
—	<b>XXXV.</b>	<b><i>De l'Electricité.</i></b>	<b>330</b>
			<b>CHAP.</b>



# DES CHAPITRES.

CHAP. XXXVI. *Des Fluides, & des Liquides, ou Li-  
queurs.* 335

— XXXVII. *De l'Hydraulique & de l'Hydrostatique.* 360

— XXXVIII. *Expériences sur le mouvement des Fluïdes, la pesanteur des Liquides, leur équilibre, leur action sur les Corps, avec la description des principales Machines qui y ont rapport, pour servir de suite au Chapitre précédent.* 369

— XXXIX. *De la Gravité ou Pesanteur spécifique de divers Corps.* 408

— XL. *Des Tuyaux Capillaires.* 413

— XLI. *De l'Air & de l'Atmosphère de la Terre.* 421

— XLII. *De l'Airométrie, ou Science de mesurer l'Air.* 433

— XLIII. *De l'Eau.* 482

— XLIV. *De la Glace.* 489

— XLV. *Du Chaud.* 510

— XLVI. *Du Froid.* 513

— XLVII. *Du Feu.* 517

\*\*\*

CHAP.

# T A B L E

	CHAP. XLVIII. <i>Des Phosphores ou Portes-lumière.</i>	537
—	XLIX. <i>Des Thermomètres.</i>	545
—	L. <i>Des Miroirs ardents ou brulans.</i>	553
—	LI. <i>Expériences sur la dilatation des Corps par le Feu, sur la Flamme &amp; la Fumée.</i>	559
—	LII. <i>De l'Oeil, Organe de la Vue.</i>	562
—	LIII. <i>De la Lumière.</i>	573
—	LIV. <i>De la Vision.</i>	600
—	LV. <i>De la Réfraction &amp; de la Réflexion de la Lumière.</i>	619
—	LVI. <i>Des Couleurs.</i>	626
—	LVII. <i>Divers Problèmes d'Optique.</i>	645
—	LVIII. <i>De la Dioptrique, ou de la Vision à travers des Verres ; où l'on traite des Lentilles, des Loupes, des Lorgnettes, des Verres à facettes, des Microscopes simples &amp; composés, des différentes sortes de Lunettes, &amp; du tems de leur invention.</i>	657
	CHAP.	

# DES CHAPITRES.

CHAP.	LIX. <i>Des Télescopes.</i>	683.
—	LX. <i>De la Catoptrique, ou de la Vision qui se fait à l'aide des Miroirs &amp; autres surfaces polies.</i>	696
—	LXI. <i>De la Perspective.</i>	731
—	LXII. <i>De l'Ouïe, &amp; de son Organe.</i>	739
—	LXIII. <i>Du Son, de la Voix, de la Parole &amp; du Chant.</i>	757
—	LXIV. <i>Des Vents.</i>	780
—	LXV. <i>De la Mer.</i>	785
—	LXVI. <i>Des Rivières.</i>	802
—	LXVII. <i>Des Fontaines.</i>	807
—	LXVIII. <i>Des Eaux minérales.</i>	811
—	LXIX. <i>Des Montagnes.</i>	812
—	LXX. <i>Des Volcans, des Feux souterrains, des Tremblemens de terre &amp; des nouvelles Isles.</i>	814
—	LXXI. <i>De la structure intérieure de la Terre, &amp; de ce qu'elle renferme dans son sein.</i>	817
—	LXXII. <i>De l'Aïman.</i>	819
—	LXXIII. <i>Des Principaux Systèmes des Philosophes touchant l'origine &amp; la structure de l'Univers.</i>	

# T A B L E

	<i>nivers.</i>	833
CHAP.	LXXIV. <i>Des Systèmes de Pto-</i>	
	<i>lomée , de Ticho-</i>	
	<i>Brabé, de Copernic,</i>	
	<i>&amp; des Philosophes</i>	
	<i>modernes , sur l'or-</i>	
	<i>dre &amp; l'arrange-</i>	
	<i>ment du Monde.</i>	840
—	LXXV. <i>Idée générale de notre</i>	
	<i>Système planétaire,</i>	
	<i>suivant les nouvelles</i>	
	<i>découvertes.</i>	855
—	LXXVI. <i>Du Soleil.</i>	864
—	LXXVII. <i>Des Etoiles fixes.</i>	871
—	LXXVIII. <i>Des Planètes en gé-</i>	
	<i>néral.</i>	872
—	LXXIX. <i>Des Comètes.</i>	876
—	LXXX. <i>De la Terre.</i>	883
—	LXXXI. <i>De la Lune.</i>	890
—	LXXXII. <i>De Mercure.</i>	898
—	LXXXIII. <i>De Venus.</i>	899
—	LXXXIV. <i>De Mars.</i>	ibid.
—	LXXXV. <i>De Jupiter.</i>	900
—	LXXXVI. <i>De Saturne.</i>	902
—	LXXXVII. <i>Des Météores.</i>	903
—	LXXXVIII. <i>De la Gnomoni-</i>	
	<i>que, ou de l'Art</i>	
	<i>de faire des Ca-</i>	
	<i>drans.</i>	926

ELEMENS



# ELEME<sup>N</sup>S

DE LA

## PHILOSOPHIE

### MODERNE,

### QUI CONTIENNENT

LA PNEUMATIQUE, LA ME-  
TAPHYSIQUE, ET LA PHY-  
SIQUE EXPERIMENTALE.



## INTRODUCTION.

*De la Philosophie en général.*

D. U'est-ce que la Philosophie? Ce que  
R. La Philosophie, suivant c'est que la  
la définition même de ce Philoso-  
terme, n'est autre chose phie.  
que l'Amour de la Sagesse.

D. Quels sont les objets de  
cette Science? Objets de  
cette Science.

R. Tout ce qui existe : Dieu, Créateur  
de toutes choses ; les Esprits ; l'Âme hu-  
Tome I. A maine;

maine ; celle des Bêtes ; tous les Globes qui composent l'Univers ; le Vuide même , ou l'Espace immense qui les contient , avec ce nombre prodigieux de Corps animés , ou inanimés , qui appartiennent à chacun de ces Mondes.

**Combien  
elle est  
étendue.**

**D.** A combien de Chefs peut-on réduire une Science si étendue ?

**R.** On ne sauroit en faire une juste division. Nous ne connoissons qu'une très petite partie de ce qui existe. Outre ces Mondes , que nous ne voyons que dans un grand éloignement , il y en a peut-être une infinité d'autres , qui sont hors de la portée de notre vue. Peut-être aussi que tous ces Astres , tant ceux que nous voyons , que ceux qui échappent à notre vue , ont aussi leurs Habitans , comme la Terre a les siens ; & ces Habitans nous étant inconnus , de même que ces Mondes où ils font leur séjour , ils ne sauroient devenir l'objet de nos connoissances.

Qui sait d'ailleurs si Dieu n'a pas créé , outre notre Ame & celles des Animaux , une infinité d'autres Substances pensantes , privées de toute matière , ou unies à des Corps si fins , si subtils & si déliés , qu'elles échappent à nos sens ? Ainsi en nous bornant à ce que nous connoissons , nous pouvons diviser toute la Philosophie en trois parties principales , auxquelles il est facile de rapporter toutes les autres.

**Ses parties.**

**D.** Quelles sont ces parties de la Philosophie ?

**R.** La première est la Pneumatique ; la seconde , la Méthaphysique ; la troisième , la Physique.



# LIVRE PREMIER.

## *De la Pneumatique.*

D. QU'entendez-vous par la Pneuma- Ce que  
c'est que  
la Pneu-  
matique.  
tique?

R. C'est cette partie de la Philosophie, qui traite de Dieu, de l'Ame de l'Homme, & de celle des Bêtes.



## CHAPITRE I.

### *De Dieu.*

D. Quelle est l'idée qu'on doit se for- Idée qu'on  
doit se for-  
mer de Dieu.  
mer de Dieu?

R. L'idée d'un Etre éternel, infini, tout puissant, Créateur de l'Univers; l'idée d'un Maître qui a mis une relation entre lui & ses Créatures, car sans cette relation la connoissance d'un Dieu n'est qu'une idée stérile, qui laisse le Genre-humain sans Morale & sans Vertu.

D. Quelle est la plus forte preuve de son Preuve de  
l'existence  
de Dieu,  
existence?

R. C'est celle qui se tire des Causes fi- de Dieu,  
tirée des  
Causes fi-  
nales.  
nales. Les desseins variés à l'infini, qui éclatent dans les plus vastes & les plus pe-  
nales,

#### 4 E L E M E N S D E L A

tites parties de l'Univers, sont une démonstration sensible qu'il est l'Ouvrage d'un Artisan infiniment habile.

*D.* Vous croyez donc qu'il n'y a rien, & qu'il n'arrive rien dans l'Univers, qui ne marque un dessein?

*R.* N'en doutez pas. C'est être aveugle, que de ne pas s'apercevoir que le Créateur s'est proposé dans le moindre de ses Ouvrages, des fins, qu'il obtient toujours, & que la Nature travaille sans cesse à exécuter. Plus on étudie la Nature, plus on y découvre les vues & l'art du Créateur dans la fabrique du Monde & de la moindre de ses parties.

Réponse à l'objection tirée des maux qui règnent dans le Monde. *D.* Il paroît tant d'imperfections dans certaines parties de notre Globe, & on voit régner tant de maux dans le Monde, qu'on seroit presque porté à croire que cet Univers n'est qu'un cahos, une masse déordonnée, sans harmonie & sans liaison. Or je voudrois bien savoir s'il peut y avoir un dessein marqué dans un Ouvrage où l'on entrevoit tant de désordres.

*R.* Voici de quoi vous satisfaire & contenter votre juste curiosité. Concevez d'abord que ce Monde-ci est le meilleur des Mondes possibles, celui où il règne le plus de variété avec le plus d'ordre, & où le plus d'effets sont produits par les Loix les plus simples. C'est l'Univers qui occupe la pointe de la Pyramide de tous les Mondes possibles, & qui n'en a point au dessus de lui, mais bien une infinité au dessous, qui décroissent en perfection, & qui n'étoient point dignes par conséquent d'être choisis par un Etre infiniment sage.

Cela posé, toutes les objections tirées des maux,



maux, qu'on voit régner dans ce Monde, s'évanouissent par ce principe, que Dieu les souffre dans l'Univers, entant qu'ils entrent dans la meilleure suite des choses possibles, dont ils ne sauroient être ôtés, sans ôter quelques perfections au tout; car tout l'Univers est lié ensemble, le moindre événement tient à une infinité d'autres qui l'ont précédé, & une infinité d'autres tiennent à lui & en naissent.

Ainsi, pour juger d'un événement, il n'en faut pas juger en particulier, & hors de la liaison & de la suite des choses; mais il en faut juger par rapport à l'Univers entier, & par les effets qu'il produit dans tous les lieux, & dans tous les tems. Vouloir juger par un mal aparent de la perfection de l'Univers, c'est juger d'un Tableau entier par un seul trait; & c'est une chimère de s'imaginer que toutes les imperfection puissent être ôtées, & le tout rester le même, ou devenir plus parfait: l'imperfection dans la partie contribue souvent à la perfection du tout; car, lorsqu'il faut satisfaire à plusieurs règles à la fois, pour arriver à une perfection générale, les règles se contredisent souvent, & forcent à des exceptions qu'il est impossible d'éviter, d'où naissent les imperfections dans la partie, lesquelles ne laissent pas de contribuer au tout le plus parfait qu'il soit possible d'exécuter.

L'œil humain, par exemple, ne pourroit voir les moindres parties d'un objet sans perdre la vue du tout; nous verrions quelques points très distinctement, si nos yeux étoient des Microscopes, mais nous en perdriions l'ensemble. Il faut donc que

notre vue soit moins distincte pour se proportionner à nos besoins, puisque la distinction des moindres parties, & la vue totale de l'ensemble ne peuvent être réunies; car il nous est plus utile de voir l'objet entier, que de distinguer tous ses points les uns après les autres: ainsi c'est une chimère de croire que l'œil de l'Homme eût été plus parfait, s'il eût distingué les moindres parties des choses, puisqu'au contraire une telle vue nous eût été presque inutile.

Concevez que l'Homme entier est comme son œil, qui en fait partie, toute imperfection ne peut lui être ôtée, il est, par son essence, un Etre limité: Or combien de maux ne nous arrive-t-il pas, parce que nous ne pouvons pas tout savoir, tout entendre, ni nous trouver par-tout, où notre présence seroit nécessaire; mais ce sont là des facultés que l'Homme ne pourroit avoir sans devenir Dieu, ainsi ces imperfections sont des imperfections nécessaires.

Il faut cependant avouer que nous ne pouvons voir ce grand Tableau de l'Univers, ni montrer en détail comment la perfection du tout résulte des imperfections aparentes que nous croyons voir dans quelques parties; car il faudroit, pour cela, se représenter l'Univers entier, & pouvoir le comparer avec tous les autres Univers possibles, ce qui est un attribut de la Divinité. Mais notre impuissance sur cela ne peut nous faire douter, que l'Intelligence suprême n'ait choisi le meilleur des Mondes pour lui donner l'existence; car l'Etre nécessaire, qui se suffit à lui-même, & qui n'a besoin d'aucune chose hors de lui, n'a pu

pu se proposer d'autres fins dans la création de cet Univers, que de communiquer une partie de ses perfections à ses Créatures, & de faire un Ouvrage digne de lui, puisqu'il se seroit manqué à lui-même, & qu'il auroit dérogé à ses perfections, s'il avoit produit un Monde indigne de sa sagesse.

D. N'y a-t-il pas d'autres preuves de l'existence de Dieu, que celle qui se tire des Causes finales ?

Autres  
Preuves  
métaphy-  
siques de  
l'Existence  
de Dieu.

R. Il y en a d'autres, & même en assez grand nombre; mais elles ne sont ni à la portée de tout le monde, ni même goûtées de quelques Philosophes.

D. Quelles sont-elles, ces autres preuves ?

R. En voici quelques-unes, qui m'ont paru les plus convaincantes, mais elles demandent un peu d'attention.

I. Ce qui est contradictoire ou impossible, ne peut être ni conçu, ni imaginé. L'union des termes, qui signifient des choses contradictoires, ne peut exprimer une idée, ni former une proposition intelligible. Or, lorsque je dis: Il y a un Etre unique, infini, éternel, tout-puissant, tout-intelligent, Cause libre de tout ce qui est, ou peut être, j'entens tout ce que je dis, j'en ai une idée claire & distincte; &, loin que ces termes soient contradictoires, je trouve au contraire que tout ce qu'ils expriment se suppose réciproquement. Donc il n'implique point contradiction que l'Etre éternel & tout-puissant, que je nomme Dieu, existe.

Tout ce qui n'implique point contradiction, est ou peut être, est nécessaire ou

possible. L'existence nécessaire d'un Etre éternel, infini & tout-puissant, n'est pas possible en ce sens, qu'elle puisse être produite, puisque cela est contradictoire dans les termes mêmes. Cette existence n'est pas impossible, elle est aussi nécessaire, donc, non seulement l'Etre unique, éternel, infini, tout-puissant, tout-intelligent, Cause nécessaire, mais libre, de tout ce qui est ou peut être, existe, mais il est impossible qu'il n'existe pas; ainsi il est nécessairement & essentiellement tel & existant.

2 Le fameux Descartes s'est assuré de son existence, en se disant à lui-même: *Je pense, donc je suis.* Cette conséquence est juste. Or, puisque je suis, puisque j'existe, il y a donc quelque chose qui existe. Mais puisqu'il y a quelque chose qui existe, il faut nécessairement que quelque chose ait existé de toute éternité, sans cela il faudroit que le néant, qui n'est qu'une négation, eût produit tout ce qui existe, ce qui est contradictoire, car c'est dire qu'une chose a été produite, & ne reconnoître cependant aucune cause de son existence.

L'Etre, qui a existé de toute éternité, doit exister nécessairement, & ne tenir son existence d'aucune cause; car, s'il avoit reçu son existence d'un autre Etre, il faudroit que cet autre Etre existât par lui-même, & alors c'est lui dont je parle, & c'est Dieu, ou bien il tiendrait encore son existence d'un autre.

Vous voyez donc qu'en remontant ainsi d'Etre en Etre, il faut enfin arriver & s'arrêter à un Etre nécessaire, qui existe par lui-même, ou bien admettre une chaîne infinie

finie d'Êtres, lesquels, pris tous ensemble, n'auront aucune cause externe de leur existence, puisque tous les Êtres entrent dans cette chaîne infinie, & qui, chacun en particulier, n'en auront aucune cause interne, puisqu'aucun n'existe par lui-même, & qu'ils tiennent tous l'existence les uns des autres dans une gradation à l'infini. Ainsi, c'est supposer une chaîne d'Êtres qui, séparément, ont été produits par une cause, & qui, tous ensemble, n'ont été produits par rien, ce qui est une contradiction manifeste. Il y a donc un Être, qui existe nécessairement, puisqu'il implique contradiction qu'un tel Être n'existe pas.

3. Jetez les yeux sur l'Univers, considérez sur-tout ce Globe que nous habitons, vous ne voyez que succession dans tous les Êtres qui s'y trouvent, à peine paroissent-ils sous certaines formes régulières, qu'ils retombent bientôt après dans le chaos de la matière informe dont ils ont été tirés; rien n'y jouit d'un état nécessaire, tout se succède, les Animaux, les Plantes, tous les Corps organisés, & nous nous succédons nous-mêmes les uns aux autres avec une rapidité étonnante. Il n'y a donc que de la contingence dans tous les Êtres qui nous environnent, c'est-à-dire, que le contraire est également possible, & n'implique point contradiction, car c'est ce qui distingue un Être contingent d'un Être nécessaire.

Tout ce qui existe, a une raison suffisante de son existence, ainsi il faut que la raison suffisante de l'existence d'un Être soit dans lui, ou hors de lui: Or la raison de l'existence d'un Être contingent ne peut

être dans lui, car s'il portoit la raison suffisante de son existence en lui, il seroit impossible qu'il n'existât pas, ce qui est contradictoire à la définition d'un Etre contingent; la raison suffisante de l'existence d'un Etre contingent doit donc nécessairement être hors de lui, puisqu'il ne sauroit l'avoir en lui-même.

Cette raison suffisante ne peut se trouver dans un autre Etre contingent, ni dans une suite de ces Etres, puisque la même question se retrouvera toujours au bout de cette chaîne, quelque loin qu'on la puisse étendre. Or, puisque cet Univers porte des marques visibles d'une existence contingente, il ne peut contenir la cause de son existence, ainsi il faut en venir à un Etre nécessaire, qui contienne la raison suffisante de l'existence de tous les Etres contingens, & de la sienne propre, & cet Etre ne peut être que le Dieu que nous cherchons.

**Objections** *D.* Pourquoi dites-vous que quelques Philosophes ne goutent point ces preuves? elles me paroissent si solides, que je ne vois pas ce qui les empêche de se rendre à leur évidence. Je conviens que la preuve tirée des Causes finales est plus à la portée des Etres. *de tous les Esprits, il me paroît même qu'elle est la plus forte qu'on puisse alléguer; mais je ne conçois pas qu'on puisse infirmer celle qui se tire de la succession des Etres, puisqu'il résulte de cette succession que tout seroit effet, & que rien ne seroit Cause.*

*R.* Le fameux Newton, quoique très persuadé de l'existence d'un Dieu, trouvoit que la preuve tirée de cette suite de générations

rations sans Cause, n'étoit fondée que sur l'équivoque de générations & d'Etres formés les uns par les autres; car les Athées, qui admettent le Plein, répondent qu'à proprement parler il n'y a point de générations, qu'il n'y a point d'Etres produits, en un mot qu'il n'y a point plusieurs Substances. Ils prétendent que l'Univers est un Tout, existant nécessairement, qui se développe sans cesse : c'est un même Etre, dont la nature est d'être immuable dans sa substance, & éternellement varié dans ses modifications.

Ainsi l'argument tiré seulement des Etres, qui se succèdent, prouveroit peut-être peu contre l'Athée qui nieroit la pluralité des Etres. Il faudroit donc le combattre avec d'autres armes : il faudroit lui prouver que la Matière ne peut avoir d'elle-même aucun mouvement : il faudroit lui faire entendre que, si elle avoit le moindre mouvement par elle-même, ce mouvement lui seroit essentiel; il seroit alors contradictoire qu'il y eût du repos. Mais si l'Athée répond qu'il n'y a rien en repos, que le repos est une fiction, une idée incompatible avec la nature de l'Univers; qu'une Matière infiniment déliée circule éternellement dans tous les pores des Corps : s'il soutient qu'il y a toujours également des forces motrices dans la Nature, & que cette permanente égalité de forces semble prouver un mouvement nécessaire; alors il faut encore recourir contre lui à d'autres armes, & il peut prolonger le combat.

D. A-t-on répondu à toutes ces objections des Athées?

R. Oui, & même très solidement. Mais Réponse.

quand même ils chercheroient à affoiblir par leurs objections la force de l'argument en question, ils ne sauroient résister à l'évidence de la preuve tirée de l'ordre admirable qui règne dans le Monde. Cette preuve, que vous trouvez dans les Livres Sacrés, & dont St. Paul s'est servi, est la preuve métaphysique la plus frapante, la plus facile à concevoir, & qui parle le plus fortement à l'Homme.

**Confirma-  
tion de la  
Preuve ti-  
rée des  
Causes fi-  
nales.**

Pour convaincre les Incrédules de la force de cette preuve, supposez que des Etres pensans & raisonnables vivent seulement un an dans une Ile du Nord, où il y ait, ce qui arrive quelquefois, huit jours de glace & de brume vers la fin du mois de Mai; qu'à cette gelée succèdent trois ou quatre jours d'un Soleil ardent & d'un chaud excessif; qu'un grand Vent survienne, qui abatte tous les arbres, & amène des Insectes qui ravagent les Moissons & les Fruits; qu'il y ait pendant ces quinze jours un quartier de Lune très brillante, ensuite une Eclipse de Soleil; qu'après on perde long-tems de vue ces Astres: qu'un tremblement de Terre survienne, qu'une partie des Habitans en soit engloutie dans la Terre; qu'une autre meure de faim & de maladie; qu'une autre soit dévorée par les Bêtes féroces; alors ces Etres raisonnables, ne trouvant dans ce Cahos d'horreurs, que confusion & malfaisance, croiront-ils volontiers des argumens métaphysiques, qui prouvent un Etre souverainement sage & bienfaisant.

Placez au contraire ces Créatures dans nos Climats, & donnez-leur une vie assez longue pour suivre & admirer le cours régulier



gulier des Astres, pour entrer dans le détail immense des biens prodigués autour de nous & dans nous, pour voir par-tout des principes & des conséquences, & des bienfaits infinis; y aura-t-il alors quelque argument métaphysique plus fort que ce qu'ils auront vu? Il faut avouer qu'il n'y a point de raisonnement plus convaincant & plus beau en faveur de la Divinité, que celui de *Platon*, qui fait dire à un de ses Interlocuteurs: *Vous jugez que j'ai une Ame intelligente, parce que vous appercevez de l'ordre dans mes paroles & dans mes actions; jugez donc, en voyant l'ordre de ce Monde, qu'il y a une Ame souverainement intelligente.*

Voici un principe de la dernière évidence, & que le Sens commun dicte naturellement, c'est que tout ce qui marque un but, un dessein, marque également une intelligence & un pouvoir d'exécuter, & que cette intelligence & ce pouvoir sont d'autant plus grands, que le dessein est plus grand & qu'il est plus parfaitement exécuté. Ce principe reconnu pour vrai, & il l'est en effet; quel est l'homme qui contemplant la structure de l'Univers, qui examinant la sienne propre, celle des Animaux, des plus petits Insectes, ou de la Plante la plus commune, ne reconnoisse pas une Intelligence infinie, qui a ordonné les choses avec un dessein formé de les faire telles, pour répondre à un tel but, & qui, malgré l'imperfection inévitable à des Etres bornés, n'admire la puissance qui a pu exécuter un dessein si magnifique, si vaste, si durable, si varié?

D. Voila l'existence de Dieu bien démontrée. Attribu  
de Dieu.

montrée, faites-moi maintenant connoître quels sont ses Attributs.

R. Les principaux Attributs de Dieu sont l'Infinité, la Nécessité de son existence, l'Eternité, l'Immutabilité, la Simplicité, l'Unité, l'Intelligence, la Sagesse, la Bonté, &c.

Son Infinité.

D. Qu'est-ce que l'Infinité de Dieu?

R. Nous devons entendre par Infini, ce qui est tel qu'il n'y a rien au-delà, ce qui ne peut être ni plus, ni moins, ni augmenté, ni diminué. En effet, si je n'avois pas l'idée d'un Dieu, ou d'une Puissance infiniment supérieure à la mienne, comment connoitrois-je que la mienne est bornée? S'il n'y en avoit point de supérieure, elle seroit la plus grande, ou du moins il n'y en auroit point de plus grande, c'est-à-dire, qu'elle pourroit faire tout ce qui est possible; mais, loin de sentir que ma puissance soit telle, je sens, au contraire, qu'entre elle & la Puissance infinie, il peut y avoir un nombre si prodigieux de degrés de Puissances toutes supérieures les unes aux autres, & bornées par une l'puissance sans bornes, que je ne puis en déterminer le nombre. Ainsi je sens qu'il y a nécessairement une Puissance infinie quelconque; puisque sans elle tout ce qui est possible ne seroit pas possible, qu'il n'y auroit aucune Puissance que des Puissances bornées, & que tout ce qui est borné suppose nécessairement quelque chose de plus grand que soi, & qu'ainsi de toute grandeur bornée le terme est l'Infini, qui n'en a point.

L'idée de l'Infini fait donc que j'ai celle de bornes, ou de divers degrés de grandeur, dont il est le terme, desorte que tout mot comparatif, tout mot qui marque du plus

plus ou du moins, tels que sont ceux-ci, grand, petit, limité, défectueux, successif, fini, indéfini, suppose toujours un Infini réel; car l'indéfini n'est que ce qui est indéterminé & tel, qu'il peut y avoir quelque chose de plus grand ou de plus petit, qui n'est pas déterminé.

On sent distinctement qu'il ne se peut pas faire que l'Infini ne soit pas, puisque tout ce qui est borné le suppose; & on sent de même qu'une Puissance infinie, qui peut faire tout ce qui est possible, n'est pas possible en ce sens qu'elle puisse être produite, puisqu'elle ne pourroit l'être que par une plus puissante, ce qui est contradictoire. Cet Infini que nous sentons, qui est au-delà de toutes les bornes, au-delà de toutes les grandeurs, n'est autre que Dieu; donc Dieu est infini.

D. Qu'entendez-vous par la Nécessité de l'existence de Dieu? Nécessité  
de son  
Existence.

R. J'appelle Etre nécessaire, celui qui ne peut pas ne point être. Suivant cette définition, Dieu est un Etre nécessaire, puisque cette nécessité d'existence n'est qu'une suite de son infinité. L'idée d'infini doit donner celle de nécessaire; car puisqu'il ne se peut pas faire que l'infini ne soit pas, comme je viens de le démontrer, il suit qu'il existe nécessairement. Or Dieu étant un Etre infini, il est par conséquent un Etre nécessairement existant.

D. Qu'est-ce qu'un Etre éternel? Son Eternité.

R. C'est celui qui est, sans avoir jamais commencé d'être, & qui ne cessera jamais d'exister.

D. Comment prouvez-vous l'Eternité de Dieu? Comment  
on la prouve.

R. Dès que vous supposez que Dieu est un

un Etre qui existe par soi-même, un Etre nécessaire, ou qui existe d'une nécessité absolue, il est impossible qu'il n'existe pas de toute éternité sans aucun commencement d'existence. Un Etre, qui existe par la nécessité absolue de son existence, n'admet point de condition, & il implique contradiction qu'il n'ait pas toujours existé, ou qu'il puisse cesser d'exister. Il n'existe pas, parce qu'il existe actuellement ; mais il existe actuellement, parce qu'il a toujours existé.

Un Etre, au contraire, qui n'existe que d'une nécessité conditionnelle, parce qu'il implique contradiction qu'il n'existe pas lorsqu'il existe, n'est qu'un Etre qui a pu ne pas être, & dont l'existence est dépendante & empruntée. Vous pouvez détruire tous les Etres qui n'existent que conditionnellement, il n'y a point de contradiction qui s'y oppose, point de nécessité d'existence qui rende leur destruction impossible.

Voulez-vous détruire tout ce qui existe, vous ne le pouvez, la nécessité qu'il y ait quelque chose d'existant s'y oppose. Dès que vous avez un Etre absolument nécessaire, essentiellement existant, & par conséquent éternel, la nécessité absolue de l'existence de quelque autre Etre que ce soit n'est plus nécessaire, & par conséquent est une contradiction.

Si donc il y a plusieurs Etres qui existent, tous ces Etres, excepté un seul, ne sont que des Etres possibles, qui peuvent cesser d'être comme ils ont commencé d'exister. Or, dès qu'il n'y a qu'un Etre nécessairement existant, tous les autres E-

tres.

tres n'étant que possibles, il suit que c'est dans la puissance de ce premier Etre que réside nécessairement la possibilité de tout ce qui est ou peut être, & qu'ainsi l'Etre nécessaire est le seul Etre éternel, le seul qui ait toujours existé nécessairement, sans avoir pu être produit, sans pouvoir être détruit ou anéanti par aucune autre Puissance, parce qu'il n'y en a aucune plus puissante que lui, aucune qui lui soit antérieure.

Ce qui prouve encore l'Eternité de Dieu, c'est que si l'Etre nécessaire avoit commencé, il faudroit ou qu'il eût agi, avant que d'être, pour se produire, ce qui est absurde, ou bien que quelque chose l'eût produit, ce qui est contre la définition de l'Etre nécessaire. Il ne peut non plus avoir de fin, parce que la raison suffisante de son existence résidant en lui, elle ne peut jamais l'abandonner; d'ailleurs il implique contradiction qu'un Etre nécessaire n'existe pas: or ce qui implique contradiction est impossible; il est donc impossible que l'Etre nécessaire cesse d'exister, il est donc éternel, c'est à-dire, sans commencement & sans fin.

D. L'Immutabilité de Dieu n'est-elle pas Son Im-  
aussi une de ses propriétés, un de ses At- mutabilité.  
tributs?

R. N'en doutez pas, & voici comme on le prouve. Un Etre véritable, un Etre qui n'est qu'Un, c'est-à-dire, qui n'est pas un composé d'Etres, & qui est nécessairement & essentiellement tel qu'il est, doit être, & est effectivement, par les termes mêmes, inaltérable & immuable dans son état de tel Etre, puisqu'il seroit contradictoire qu'il fût

fût essentiellement tel, & qu'il pût être autrement.

**Comment** Supposons que A soit un Etre actif qui  
**nouvee.** produit B. Qu'arrive-t-il à A ? Qu'il fait usage de sa puissance, de la propriété qui le constitue un Etre actif; qu'il agit en vertu de ce qu'il est un Etre actif, & qu'il se trouve un nouveau rapport de ses facultés, un nouveau rapport de son état de A, eu égard à lui-même, une nouvelle manière d'être, ou une nouvelle relation, qui n'étoit auparavant que possible & qui devient effectuée, lequel rapport, ni laquelle relation, n'ajoutent, ne diminuent, n'altèrent rien dans la nature de l'Etre A, tel qu'il est nécessairement pour être immuablement & inaltérablement A, étant de son état de A, entant qu'Etre actif, de pouvoir se donner diverses manières d'être, desorte que lors même qu'il se donne de nouvelles manières d'être, un nouvel état qu'il n'avoit pas, il est immuable & inaltérable, parce qu'il est de sa nature essentiellement actif, c'est-à-dire, qu'il peut produire de nouvelles manières d'être, de nouveaux rapports, de nouvelles relations, sans cesser d'être ce qu'il est nécessairement, puisqu'au contraire il faut qu'il soit nécessairement tel pour se donner ces nouvelles manières d'être, ou ces nouvelles relations.

Voici un exemple qui rendra la chose sensible. Si A, que je suppose au côté droit de B, prend la place du côté gauche, occupée par C, il est visible que A ne change point en soi, ni que C ne change point; leurs relations sont seulement changées, ce n'est qu'un rapport de situation qui résulte de la nature de ces Etres, dont une des  
pro-

propriétés est de pouvoir être là ou ici, se conservant en soi toujours les mêmes, soit que leurs rapports changent ou ne changent point; B, par exemple, qui est supposé persévérer dans le même état, a pourtant changé de relation par le changement de A & de C. Lors donc qu'on dit qu'il arrive du changement à un Être, c'est dire seulement que ses manières d'être ou ses relations sont autres qu'elles n'étoient.

Encore une démonstration de l'Immutabilité de Dieu, c'est que, s'il changeoit, il ne seroit plus ce qu'il étoit, & par conséquent il n'auroit pu exister nécessairement. Il faut de plus, que chaque état successif ait sa raison suffisante dans un état précédent, celui-là dans un autre, & ainsi de suite: Or, comme dans l'Être nécessaire, qui est Dieu, on ne parviendroit jamais au dernier état, puisque cet Être n'a jamais commencé, un état successif quelconque seroit sans raison suffisante, s'il étoit susceptible de succession; ainsi il ne peut point y avoir de changement, ni de succession dans Dieu.

*D.* Qu'est-ce qu'un Être simple?

*R.* C'est un Être qui n'est point composé de parties.

*D.* Expliquez-moi un peu clairement ce que vous entendez par un Composé.

*R.* L'explication suivante vous en donnera une idée fort claire & fort distincte. Si les parties d'un Composé sont séparément distinctes les unes des autres, & sont chacune quelque chose de particulier, ce Composé est alors considéré comme une quantité numérique. Si ces parties sont adhérentes les unes aux autres, & forment par cet-

Ce que  
c'est qu'un  
Être simple.  
Et un Être  
composé.

cette adhésion un Tout étendu, le Composé est alors considéré comme une quantité mesurable ou continue. Il n'y a point de Composé qui ne soit réductible à l'Unité, d'où il suit que nul Composé n'est au-delà de toute mesure, ni de tout nombre, & que tout Composé étant susceptible de plus & de moins, il ne sauroit jamais être infini.

Dieu est  
un Etre  
simple.

*D.* Suit-il de ces Principes que Dieu n'est point un Etre composé, mais un Etre simple, un Etre qui n'est point un assemblage de parties composantes, de parties simples, ou d'unités quelconques?

*R.* En voici la preuve. J'ai démontré que Dieu est infini, que c'est un Etre infiniment grand; & j'entens par infini ce qui est tel qu'il n'y a rien au-delà, ce qui n'est susceptible ni de plus ni de moins. Dieu étant donc un Etre infiniment grand, il faut convenir qu'on ne sauroit l'augmenter, on ne sauroit rien ajouter à sa grandeur, puisqu'il seroit contradictoire qu'il fût infiniment grand, & qu'il pût être augmenté. On ne sauroit non plus en rien retrancher, puisqu'il cesseroit d'être infini. Dieu n'étant donc, tant qu'Etre infini, susceptible ni d'augmentation ni de diminution, il est nécessairement simple & indivisible.

Preuve de  
son Unité.

*D.* Comment prouvez-vous l'Unité de Dieu?

*R.* Ce nouvel Attribut résulte encore des précédens, & sur-tout de l'infinité de cet Etre Suprême. En voici la démonstration. S'il y a un Etre infiniment grand, un infini par excellence, il est évident, par les termes mêmes & par ce qui vient d'être établi, qu'il ne peut y en avoir qu'un, puisque,  
s'il



s'il y en avoit deux, ils se borneroit mutuellement, ce qui est une contradiction, d'où il résulteroit qu'aucun des deux ne seroit infini.

La même démonstration qu'on a donnée pour l'existence d'un Etre nécessaire doit servir ici; car, s'il étoit possible que deux Etres existassent nécessairement, & indépendamment l'un de l'autre, il seroit possible que chacun existât seul, & par conséquent ni l'un ni l'autre n'existeroit nécessairement.

D. Je n'ai pas de peine à concevoir que Dieu soit un Etre intelligent; mais peut-on démontrer qu'il soit infiniment intelligent? Et de son Intelligence infinie.

R. Oui, on peut le démontrer. Jetez les yeux sur l'Univers, & vous verrez partout des marques de cette Intelligence infinie. Il y a trop de merveilleux dans ce Tableau, pour croire qu'il soit l'Ouvrage d'un Etre borné, c'est la production d'une Intelligence infinie, qui a tout vu, tout combiné, tout arrangé. Cette preuve est si claire, elle est si forte, qu'on ne sauroit entreprendre de la réfuter sérieusement, sans renoncer au Sens commun. Tout marque un dessein, tant dans les masses immenses qui roulent sur nos têtes, que dans les moindres parties du Monde que nous habitons.

Si cette preuve n'est pas capable de convaincre ceux qui n'admirent rien de ce qu'ils voient à chaque instant, voici, en leur faveur, une autre sorte de démonstration. J'ai fait voir ci-dessus que l'Etre nécessaire a dû se représenter tous les Mondes possibles, avant de créer celui-ci. Cela posé, voici

voici comme je raisonne. La représentation des choses fait l'entendement: Or l'Etre nécessaire n'a pu se représenter tous les Mondes possibles, avant de créer celui-ci, sans être un Etre intelligent, dont l'entendement est infini, car tous les Mondes possibles renferment tous les arrangemens possibles de toutes les choses possibles. Cet Etre nécessaire, qui est Dieu, est donc un Etre infiniment intelligent, qui voit non seulement tout ce qui arrive actuellement, mais encore tout ce qui arriveroit dans quelque combinaison des choses possibles que ce puisse être, car tout ce qui est possible entre dans les Mondes qu'il contemple sans cesse, & qui se jouent, pour ainsi dire, en sa présence.

*Sa Sage-  
se infinie.*

*D.* La Sageſſe de Dieu ne pourroit-elle pas se prouver par le choix que Dieu a fait de ce Monde, en lui donnant la préférence à tous les autres Mondes possibles qui lui auroient été inférieurs en perfection?

*R.* Votre pensée est fort juste; car, puisque nous jugeons ici bas qu'un Etre est plus ou moins intelligent, suivant qu'il se détermine par des raisons plus ou moins suffisantes, Dieu étant le plus parfait de tous les Etres, aucune de ses actions ne peut être sans raison suffisante. Or cette raison suffisante est la satisfaction qu'il a trouvée à donner l'existence au plus parfait de tous les Mondes possibles.

Cette raison n'est point hors de Dieu, ni antécédente à lui, mais il la trouve dans lui-même, car tous les Mondes possibles avec tous leurs changemens & toutes leurs différences, se représentent à la fois dans l'en-

l'entendement Divin, c'est dans lui-même que Dieu les contemple, & c'est en les contemplant, qu'il s'est déterminé à créer le plus parfait, c'est-à-dire, celui dans lequel toutes les parties tendent avec le plus d'harmonie à une fin générale. Dieu est donc infiniment sage, car il n'appartient qu'à un Etre, dont la Sagesse est infinie, de choisir le plus parfait.

D. La Toute-puissance est-elle aussi un des Attributs de la Divinité? Sa Toute-puissance.

R. Elle découle nécessairement de l'idée qu'on vient de donner d'un Etre éternel & essentiellement existant.

D. Cette Toute-puissance s'étend-elle à tout? Elle est de l'essence de la Divinité.

R. Elle s'étend à tout ce qui est possible, & qui ne renferme rien de contradictoire.

D. Comment prouvez-vous que cette propriété est de l'essence de la Divinité?

R. Par un raisonnement fort simple, & que voici. Ce qui n'est, ni ne peut être, c'est-à-dire, ce qui n'est ni possible, ni nécessaire, & par conséquent ce qui est impossible, ne peut être conçu. J'ai l'idée de plusieurs Etres, que je conçois très distinctement, donc l'existence de plusieurs Etres est possible, & ne renferme aucune contradiction. Il seroit contradictoire que l'existence de ces Etres fût possible, s'il n'y avoit une Puissance capable de les produire; & si l'Etre unique, essentiellement existant, n'avoit pas cette puissance, rien ne seroit possible: Donc l'Etre essentiellement existant, est tout-puissant, & c'est par sa toute-puissance qu'il y a quelque chose de possible.

Voici encore une autre preuve. Les propriétés

priétés d'un Etre ne sont autre chose que l'Etre même, par conséquent, un Etre ne peut exister, & être tel Etre sans ses propriétés. La Toute-puissance étant une propriété de l'Etre essentiellement existant, la Toute-puissance est aussi nécessaire à son être que l'existence.

Ce que c'est qu'un Etre parfait. *D.* Je voudrois savoir maintenant si Dieu est parfait, mais apprenez-moi auparavant ce qu'on doit entendre par Parfait.

*R.* On doit entendre par le terme de Parfait, ce qui est tel qu'il n'y manque rien pour être tel qu'il doit être, ce qui est tel qu'on n'y peut rien changer, soit ajouter ou diminuer, sans le rendre imparfait.

En quel sens Dieu est parfait. *D.* Dieu est-il parfait en ce sens ?

*R.* Puisqu'il est l'Etre éternel, infini, tout-puissant, il doit avoir, par les termes mêmes, la plénitude de l'Etre, il doit exister de la manière la plus absolue & la plus parfaite. Dieu ne sauroit avoir ni défaut, ni imperfection, il ne sauroit manquer de rien, toutes les perfections sont en lui au plus haut degré. Comment pourroit-il manquer quelque chose à l'Etre infini, à l'Etre essentiellement existant, à l'Etre sans la volonté duquel il n'y auroit point d'Etre, à qui tout ce qui existe doit tout ce qu'il est & tout ce qu'il a de bon. La souveraine Perfection est donc un de ses Attributs essentiels, c'est un Attribut que lui seul peut avoir, puisqu'il est contradictoire que ce qui est borné soit infiniment parfait.

Ce que c'est qu'un Agent libre, & un Agent nécessaire. *D.* Dieu est-il libre d'agir, ou n'agit-il que par une espèce de nécessité ?

*R.* Pour répondre à cette question, sur laquelle les Philosophes se sont tant exercés, il faut d'abord savoir ce qu'on entend par

par Etre actif, Agent volontaire ou libre, & par Agent nécessité ou qui n'est qu'agissant. Par Agent volontaire j'entens un Agent qui, par cela seul qu'il veut agir, peut agir ou n'agir pas, s'il ne veut pas agir; & par Agent nécessité j'entens un Agent, qui agit sans pouvoir s'empêcher d'agir.

C'est delà que dépend la distinction qu'on doit faire entre ce que les Athées de toutes les espèces nomment Dieu, & le Dieu des Déistes. Si la Puissance éternelle est nécessaire, ceux qu'on nomme communément Athées ont gain de cause; ils sont alors les véritables Déistes, le vrai Dieu n'est qu'une Etre physique, c'est la Matière, c'est l'Univers, c'est la Nature. Si, au contraire, la Puissance éternelle n'est pas nécessaire, desorte que l'Etre éternel agisse, parce qu'il veut agir, Dieu n'est point un Etre matériel, ce n'est point la Nature, ce n'est point l'Univers: il en est le Créateur, il est la Cause nécessaire, mais libre & non nécessaire, de tout ce qui est possible, c'est-à-dire, de tout ce qui est ou peut être.

D. Pouvez-vous donc démontrer que Dieu est un Etre actif, un Agent libre, & non un Agent nécessité, ou seulement agissant? Distinction entre le Dieu des Athées & le Dieu des Déistes.

R. Je crois pouvoir le démontrer, & voici comment. Un être qui est Un, ou qui n'est pas composé d'Etres, & qui est nécessairement & essentiellement tel qu'il est, doit être regardé comme inaltérable & immuable dans son état de tel Etre.

Tout cela a déjà été démontré ci-dessus, & j'ai fait voir que Dieu est un Etre unique & inaltérable dans son essence. On a vu aussi que, lorsqu'on dit qu'il arrive du chan-

gement à un tel Etre, c'est dire seulement que ses relations ou ses manières d'être sont autres qu'elles n'étoient, & que par conséquent le changement ne consiste alors que dans les différens rapports qui résultent d'une Puissance active.

Si un tel Etre agit, il faut qu'il agisse par lui-même, puisqu'il n'y a aucun autre Etre qui soit antérieur à lui, ni plus puissant que lui. S'il se procure du changement, il faut qu'il ait la puissance de s'en procurer, & cette puissance suppose aussi celle de pouvoir par soi-même se déterminer à agir. Je donne à cette détermination le nom de Volonté. La puissance de cet Etre est bornée, ou sans bornes. Si elle est sans bornes, elle est infinie, il n'y aura rien de plus puissant que cet Etre.

J'ai fait voir ci-dessus que cet Etre est tout-puissant. Or un Etre, dont la puissance est infinie, est un Etre qui a nécessairement, comme il a aussi été démontré, une intelligence & une connoissance infinie, qui peut vouloir & faire tout ce qu'il veut, & qui, par cela même que sa puissance est infinie, ne peut être nécessité à vouloir agir; car, puisqu'il n'y a point de Puissance supérieure à la sienne, que c'est un Etre voulant, il est démontré qu'il est libre dans tout ce qu'il fait, & qu'il ne produit rien que très librement.

Autre  
preuve.

Voici encore un autre raisonnement, qui prouve démonstrativement qu'un tel Etre ne sauroit être nécessité à agir, & qu'il est par conséquent un Agent libre. On a fait voir que la Toute-puissance est un des Attributs de l'Etre essentiellement existant. Or si la Toute-puissance de cet Etre est nécessaire

cessitée à produire, il est nécessité à produire par la nécessité de sa propre existence, laquelle existence étant éternelle, c'est-à-dire, sans commencement, ses productions sont éternelles & sans commencement, ce qui est une contradiction dans les termes comme dans les choses.

La Toute-puissance n'étant donc point nécessitée par la nécessité de l'existence de l'Etre tout-puissant, la Toute-puissance doit être l'Attribut d'une Etre libre; l'Etre éternel & tout-puissant est par conséquent un Agent libre, qui se détermine à agir ou à produire, & qui, par cela même qu'il se détermine, est un Etre actif, voulant & intelligent.

D. N'y a-t-il pas des Philosophes qui prétendent que l'Espace ou le Vuide, & la Durée, découlent nécessairement de Dieu même, & qu'ils en sont des Propriétés inséparables? Philosophes qui prétendent que l'Espace & la Durée sont des Attributs de Dieu.

R. C'est le sentiment du fameux Newton & du Docteur Clarke grand Métaphysicien.

D. Ce sentiment n'a-t-il pas été combattu?

R. Leibnitz, Philosophe Allemand, l'a attaqué, & j'ai lu une Brochure où l'on prétend faire voir que c'est une nouvelle sorte de Spinozisme (a).

D. Ces

(a) Cette Brochure a pour titre : *Examen du Vuide ou Espace Newtonien relativement à l'idée de Dieu*. Mr. Hérault ayant prié le Père Castel, Jésuite, d'examiner cet Ecrit, & de lui mander ensuite s'il pensoit qu'il pût en permettre l'impression, celui-ci lui fit la réponse suivante. „ J'ai lu par votre ordre, l'Ecrit intitulé *Examen*, &c. & je le trouve extrêmement utile

B 2

„ pour

D. Ces deux Philosophes, Newton & Clarke, pensent-ils aussi que la Durée soit quelque chose de réel?

R. Oui; car, suivant eux, si la Durée n'étoit qu'un ordre de succession entre les Créatures, il s'ensuivroit que ce qui se feroit aujourd'hui, & ce qui se fit il y a des milliers d'années, seroient en eux-mêmes faits dans le même instant, ce qui est contradictoire.

D. Quelle raison allèguent ces Philosophes pour prouver que l'Espace & la Durée sont des Attributs de l'Etre nécessaire?

R. Ils prétendent que l'Espace pur, ou le Vuide, est immense, infini, sans aucunes bornes; qu'il ne sauroit être anéanti, qu'il existe nécessairement, & même aussi nécessairement que Dieu même, dont il est une des propriétés. Ils prouvent qu'il est infini par cet argument qui paroît sans réplique: Qu'un homme aux bornes de l'Univers, ou plutôt de la Matière & de tout ce qui est Corps, étende son bras, ce bras doit être dans l'Espace pur, ou le Vuide, car il n'est pas dans le rien. L'Espace est donc infini, & s'il est infini, il est un Attribut de la Divinité.

C'est ainsi que raisonnent ces Philosophes. Dieu n'est, suivant eux, ni dans l'Espace, ni dans

„ pour empêcher le progrès d'une nouvelle es-  
 „ pèce de *Spinozisme Spirituel*, qui commence  
 „ à s'introduire par l'abus qu'on fait du nom du  
 „ célèbre Newton, de même que le *Spinozisme*  
 „ *Matériel* s'est introduit par l'abus qu'on a fait  
 „ du nom du célèbre Descartes. Ces deux *Spino-*  
 „ *zismes* sont au fond le même; l'un divinifiant  
 „ la Matière; l'autre matérialisant la Divinité.



dans un Lieu ; mais étant nécessairement par-tout , il constitue , par cela seul , l'Espace immense & le Lieu. Quant à la Durée, qu'ils appellent la permanence éternelle, ils disent aussi qu'elle est une suite indispensable de l'existence de Dieu : il n'est ni dans la Durée infinie, ni dans un Tems, mais existant éternellement, il constitue par-là l'Eternité & le Tems.

*D.* Que pensez-vous du sentiment de ces Philosophes & des raisons sur lesquelles il est fondé ?

*R.* J'avoue que je ne conçois point de bornes à l'Espace, je conçois très bien que la Matière peut être bornée, mais je ne vois pas que l'Espace puisse l'être. Cependant j'ai de la peine à croire que l'Espace soit un des Attributs de l'Etre nécessaire, même en le supposant immense, infini, & éternel. Je pense que l'infinité de l'Espace est toute différente de l'infinité de Dieu. L'Espace, quoiqu'infini, est une quantité continue, inséparable à la vérité, mais qui peut être conçue en plusieurs portions. L'Espace ou le Lieu, où je suis, n'est pas celui où est Paul, & celui où est Paul, n'est pas celui que j'occupe. Or il n'y a ni quantité, ni portions en Dieu. Ainsi l'infinité de Dieu est tout autre chose que l'infinité de l'Espace.

La Durée de Dieu n'est pas non plus la Durée des choses. La Durée de Dieu est éternelle & sans succession, puisque tout est présent à Dieu ; & qu'il ne sauroit subir aucun changement. Il n'en est pas de même de la Durée des choses, elle est successive. Quand on parle de la Durée des choses on suppose toujours une succession.

& sans cette succession il n'y a proprement point de Durée. Je laisse à d'autres Philosophes le soin d'approfondir davantage cette matière.



## C H A P I T R E II.

### *De l'Ame humaine.*

Ce que  
c'est que  
l'Ame  
humaine.

*D.* QU'est-ce que l'Ame?

*R.* C'est un Etre capable de sentiment & d'action.

*D.* Pourquoi ne dites-vous pas que c'est une Etre pensant, une Substance spirituelle ou immatérielle?

*R.* Je ne dis pas que c'est un Etre pensant, parce qu'il n'est pas certain qu'elle pense toujours; & je ne dis pas non plus qu'elle est spirituelle ou immatérielle, parce que quelques Philosophes prétendent que Dieu a pu donner à la Matière la faculté de penser. Je n'exprime dans ma définition que ce qui convient essentiellement à l'Ame.

*D.* Ne peut-on pas donner des démonstrations de la spiritualité de l'Ame, ou de la différence qu'il y a entre cette Substance & la Matière.

*R.* De très grands Philosophes, anciens & modernes, ont entrepris de démontrer que la Matière ne sauroit penser, qu'elle est incapable de sentiment quelconque; & s'il est vrai que la Matière ne puisse penser, il faut bien qu'il y ait entre elle & l'Ame

me

me une distinction réelle, & alors on pourra donner à l'Ame le nom d'Etre spirituel, si on entend par ce terme, une Substance immatérielle capable de sentiment & d'action.

D. Quelles sont ces démonstrations de la spiritualité ou immatéralité de l'Ame?

R. On en donne un grand nombre, mais la plupart, du moins les plus solides peuvent être réduites à deux ou trois raisonnemens, qui paroissent même tous fondés sur le même principe.

D. Je serois charmé que vous m'exposassiez clairement ces preuves, que vous croyez les plus fortes; ne pourriez-vous pas le faire, car cette matière me paroît de la dernière importance?

R. Je le ferai avec beaucoup de plaisir. Voici la première de ces preuves: elle est de Mr. Nicole, un des plus fameux Théologiens de l'Eglise Romaine.

„ Il y a en nous, dit cet Auteur, quelque chose qui dit, *je pense*, & il n'y en a qu'une. Or cette chose ne peut avoir diverses parties, car, si elle avoit diverses parties comme le Corps; ou la Pensée seroit toute entière dans chaque partie de cette Matière, comme en chaque Cube se trouvent d'autres petits Cubes; ainsi ce seroient plusieurs petites Matières pensantes, dont chacune diroit, *je pense*, & en subdivisant ces Matières, on trouveroit des Matières pensantes à l'infini; où la pensée seroit dans une de ces Matières, & en partie dans l'autre, en sorte qu'il n'y auroit que le Tout qui pourroit dire, *je pense*, & c'est ce qui est impossible. Car une Pensée ne se peut pas par-

Première  
preuve de  
l'immaté-  
rialité ou  
spiritualité  
de l'Ame.

„ tager, &, si elle se partageoit, la Pensée  
 „ totale ne seroit dans aucune partie de la  
 „ Matière, & ainsi aucune ne pourroit di-  
 „ re, par exemple, *je conçois un Homme*,  
 „ puisqu'elle n'en concevroit qu'une par-  
 „ tie. Cependant il y quelque chose en  
 „ nous qui conçoit l'objet total, & cette  
 „ chose doit être nécessairement sans par-  
 „ ties (a)”.

Autres  
 Preuves.

Vous pouvez rapporter à cette preuve de l'immatérialité de l'Ame, celle qu'en a donnée un illustre Mathématicien, & qui est conçue en ces termes. „ Il me paroît, dit-  
 „ il, qu'on peut démontrer par un argu-  
 „ ment très simple, que la faculté de pen-  
 „ ser ne sauroit être l'attribut d'aucun Être  
 „ étendu. Tout ce qui a de l'étendue, a  
 „ des parties, & on ne peut rien attribuer  
 „ à cette étendue, qui ne convienne en  
 „ même tems à ses parties. Supposons à  
 „ présent qu'un Être étendu pense. Ou la  
 „ Pensée sera entière dans chacun des  
 „ points de cette étendue, ce qui est ab-  
 „ surde; où elle sera répandue dans toute  
 „ l'étendue, & par cela même divisible a-  
 „ vec elle; ce qui est opposé à la nature  
 „ des Perceptions (b).

Un

(a) Vous trouverez cette preuve dans un Ouvrage de Mr. Nicole, intitulé, *Instructions Théologiques & Morales sur le Symbole*, Liv. I. Sect. II de la V Partie, Chap. II & dans le *Journal des Savans*, Mois de Janvier de l'Année 1706.

(b) Voyez *'sGravesande, Introduction à la Philosophie*, page 87, 88. Vous trouverez encore un raisonnement à peu près semblable dans un Livre imprimé à Milan en 1742, & qui a pour Titre: *P. Casti Innocentis Ansaldi O. P. de Principiorum Legis Naturalis Traditione.*

Un autre Philosophe, à qui le Public est redevable de plusieurs belles découvertes qu'il a faites dans la Physique, propose un autre sorte de raisonnement pour prouver la même thèse. Il se fonde sur ce que le Corps possède une *force d'Inertie*, par laquelle il reste dans le même état où il se trouve, à moins que quelques autres causes étrangères ne le mettent en mouvement. L'Ame, au contraire, peut agir & se déterminer comme il lui plaît. Cette preuve se trouve dans une Pièce, dont le but principal est de faire voir que l'Ame ne se connoit pas elle-même (a).

Une preuve qui paroît bien forte, & qui a tout l'air d'une démonstration, c'est celle qui a été proposée par Mr. de St. Hyacinthe dans ses *Recherches Philosophiques* (b). Je n'en donnerai ici que le précis.

La Matière, dit ce Philosophe, n'est qu'un assemblage d'Etres infiniment petits & infiniment solides; & de leur petitesse & de leur solidité essentielle on ne peut rien tirer que la mobilité, l'impénétrabilité, la dureté & l'indestructibilité, qui suivent nécessairement de la nature de ces Etres. Les Corps ne sont que des composés d'Atomes & de Vuide. C'est ce que l'Auteur démontre ailleurs. Le Composé n'est pas différent des parties qui le composent. Il n'y a de différence entre les mêmes choses séparées, ou les mêmes choses unies, si ce n'est

(a) Voyez P. Muffenbroek *Oratio de Mente humanâ semet ignorante*, Leyde 1740, page 20, 21.

(b) Imprimées à Rotterdam & à la Haye chez Johnson 1743.

n'est qu'elles sont séparées , ou qu'elles sont unies. Il en est de même de celles qui sont en repos , ou de celles qui sont en mouvement : les unes sont en repos , les autres son en mouvement ; voila tout. Toute propriété suppose un Etre. Ainsi la sensibilité , la réflexion , le jugement , la volonté , la puissance supposent un Etre doué de toutes ces propriétés , un Etre Intelligent & actif.

Si cet Etre est matériel , il faut que les *Semilles* ou Points physiques , dont il est composé , soient des Etres sensibles , intelligens & actifs , en un mot des Agens libres ; & alors toute la matière de l'Univers n'est qu'un Composé d'Agens libres , desorte que le pied d'une Mite , le plus petit grain de sable , une petite particule d'air , sont composés de quelques millions d'Agens libres , d'Etres sensibles & intelligens , ce qui est absurde , l'infinie petitesse des Semilles étant opposée à la multiplicité de sentimens & d'idées que nous pouvons avoir en même tems , & à l'action sur soi-même qui les fait appercevoir , & leur extrême solidité étant de même opposée au sentiment & à l'activité. Or des propriétés contradictoires supposant nécessairement des Etres de nature différente , il suit nécessairement que l'Etre , qui a la propriété de sentir , de réfléchir , de vouloir , ne peut être une Semille , ni un Composé de Semilles , ni par conséquent un Etre matériel , & que Dieu ne peut non plus faire penser une Semille ou un Composé de Semilles , que faire qu'un Cercle soit en même tems quarré.

C'est

C'est encore sur ces principes qu'est fondé le raisonnement suivant du même Auteur. Si, dit-il, l'Etre sensible étoit composé, il faudroit que la composition fût nécessaire à la sensibilité, à l'intelligence. Le Composé n'étant pas différent des parties qui le composent, il faudroit que l'Etre sensible fût fait d'Etres sensibles intelligens. Ainsi, ce qui sent, ce qui pense, dans l'Homme, ne seroit pas *Un*, mais Plusieurs; le particulier devroit parler comme les Rois dans leurs Déclarations, dire Nous, & non pas Moi. Or, puisque chacun de ces Etres, qui entreroient dans la composition d'un Etre qui pense, seroient des Etres intelligens par leur nature, il faut convenir que la sensibilité, l'intelligence, n'exigent ni composition, ni pluralité; que l'Unité seule suffit: Or le Moi seul suffit, & ce qui suffit n'exige rien de plus. *Je suis moi*, c'est assez.

Vous trouverez beaucoup d'autres preuves de l'immatérialité de l'Âme, de sa spiritualité, & de son immortalité dans un Livre traduit de l'Allemand, qui a pour Titre: *Réflexions philosophiques sur l'immortalité de l'Âme raisonnable, avec quelques Remarques sur une Lettre* (attribuée par quelques-uns, mais peut-être sans fondement, à Mr. de Voltaire) *dans laquelle on soutient que la Matière pense. A Amsterdam & à Leipzig, chez Arkstée & Mercus, 1744.* Il paroît par la Préface, que cet Ouvrage est de Mr. Reinbeck. Quoique Théologien, il prouve tout ce qu'il avance par des Démonstrations philosophiques, & non par des Arguments tirés de l'Écriture Sainte. Une des raisons qu'on en donne, c'est que l'Auteur de la Lettre Françoisé contre lequel il écrit,

Auteurs  
qui traitent de  
l'Âme.

avoit déclaré en plus d'un endroit, qu'absolument il ne prétendoit pas raisonner en Théologien.

Etes-vous curieux de savoir tout ce qu'on a dit de plus fort pour ou contre la spiritualité de l'Ame, vous n'avez qu'à consulter l'Ouvrage qui a pour titre. *Essai d'un Système nouveau, concernant la nature des Etres spirituels, fondé en partie sur les principes du célèbre Mr. Locke, Philosophe Anglois, en quatre Tomes, grand 8. A. Neufchatel, 1742.* L'Auteur de cet Ouvrage ne se nomme pas; mais nous savons que c'est Mr. Quenz, très bon Philosophe, & surtout grand Métaphysicien (a). Il prétend que l'Ame, qu'il dit être la *partie interne* de l'Homme, consiste dans un *Corps organisé spirituel*. Son Ouvrage mérite d'être lu.

Philosophes qui nient ou revoquent en doute la spiritualité de l'Ame.

D. N'y a-t-il pas des Philosophes qui nient la spiritualité de l'Ame?

R. Il y en a qui la nient, & d'autres qui suspendent leur jugement sur sa nature. Le fameux Locke, Philosophe Anglois, qui a fait l'anatomie de l'Ame, a avancé modestement dans son *Essai philosophique concernant l'Entendement humain*, que nous n'avons pas assez de connoissance de la Nature; pour oser prononcer qu'il soit impossible à Dieu d'ajouter le don de la Pensée à un Etre étendu quelconque. Il prétend que comme nous ne connoissons pas encore les propriétés de la Matière, il y a de la témérité à dire qu'elle n'est pas capable de penser. Celui, dit-il;

(a) Il est ancien Sénateur de la Ville & République de St. Gal, & Membre de l'Académie des Belles - Lettres de Marseille.



il, qui peut tout, ne peut-il pas faire penser un Être matériel, un Atome, un Élément de la Matière? Il s'en est tenu à cette possibilité en homme sage.

D'autres Philosophes, plus hardis que Locke, ont osé affirmer que la Matière pense en effet, parce que Dieu a pu lui communiquer cette propriété. Ils disent que nous ne sommes que des Machines hydrauliques pensantes, un peu plus parfaites que celles des Animaux. Voici comme en parle l'un d'entre eux (a). „ Quelle est „ donc, dit cet Auteur, l'opinion que j'au- „ rai de la nature de l'Ame? Celle que „ tous les Peuples ont eue d'abord, avant „ que la Politique Egyptienne imaginât la „ Spiritualité & l'Immortalité de l'Ame. „ Je soupçonnerai même, avec bien de „ l'apparence, qu'Archimède & une Taupe „ sont de la même Espèce, quoique d'un „ Genre différent; de même qu'un Chêne „ & un grain de Moutarde sont formés par „ le même principe, quoique l'un soit un „ grand Arbre, & l'autre une petite Plante. „ Je penserai que Dieu a donné des por- „ tions d'intelligence à des portions de „ Matière organisées, pour penser. Je „ croirai que la Matière a pensé, à pro- „ portion de la finesse de ses Sens; que ce „ sont eux qui sont la porte & la mesure „ de nos idées. Je croirai que l'Hui- „ tre a moins d'esprit que moi, & je „ croirai qu'elle a moins de sensations & „ de

(a) Dans une Lettre sur Locke, laquelle a couru quelque tems en manuscrit & se trouve aujourd'hui imprimée dans le Tome I, page 144 & suiv. de l'Essai de Mr. Quenz.

„ de Sens , parce qu'ayant l'Ame attachée à  
 „ son Ecaille, cinq Sens lui seroient inu-  
 „ tiles. Il y a beaucoup d'Animaux qui  
 „ n'ont que deux Sens ; nous en avons  
 „ cinq, ce qui est bien peu de chose. Il  
 „ est bien à croire, qu'il est dans d'autres  
 „ Mondes d'autres Animaux qui jouissent  
 „ de vingt ou de trente Sens, & que d'au-  
 „ tres Espèces encore plus parfaites ont des  
 „ Sens à l'infini.

Jugement  
 sur le sen-  
 timent de  
 ce Philo-  
 sophe.

D. Que pensez - vous du sentiment de cet Auteur ?

R. S'il eût parlé comme Locke, il eût parlé modestement. Locke s'en raporte au Créateur, dont il ne veut point borner la toute - puissance ; mais l'Auteur de cette Lettre décide un peu trop témérairement, en disant que Dieu a donné à des portions de Matière la faculté de penser. Il affirme ce qu'il ignore, & qu'il ne saura peut-être jamais, & c'est sur - tout en cela qu'il a tort, puisqu'on ne doit rien affirmer sans preuves. Ceux qui disent que l'Ame est une Substance immatérielle, & que la Matière ne sauroit penser, allèguent des raisons pour le prouver ; ne faudroit - il donc pas que ceux qui prétendent que certaines portions de la Matière pensent, fissent du moins voir sur quoi leur opinion est fondée ?

D. Pensez - vous donc que l'Ame est une Substance spirituelle, une Substance qui n'est pas composée de parties ?

R. La Raison me le dicte, & la Religion achève de me convaincre.

Idée plus  
 juste de  
 l'Ame.

D. Ne pourriez vous pas m'en donner une idée juste & distincte ?

R. Je ne saurois vous en faire connoître toutes

toutes les propriétés, Dieu seul les connoit ; mais il paroît résulter des preuves données ci-dessus de son immatérialité, que c'est une Substance spirituelle, simple, sensible, & active; qu'elle a en elle-même le principe de son action, & qu'elle constitue par conséquent un Etre, qui a le pouvoir de sentir, de réfléchir, de juger, de vouloir & d'agir; toutes propriétés négatives à la Matière.

D. L'Ame occupe-t-elle un lieu ?

Si elle oc-

R. Puisque c'est un Etre qui a sa substance propre & particulière, il faut bien que cet Etre soit quelque part, puisque c'est une absurdité de supposer l'existence d'un Etre qui ne seroit nulle part. Dieu, qui est un Esprit, un Etre infini, doit se trouver partout ; l'Etre pensant, que nous appelons Ame humaine, étant fini & borné, ne sauroit être par-tout, mais puisqu'il existe, il doit nécessairement occuper un lieu, & ce lieu est probablement dans mon Cerveau. J'en ai même une preuve de sentiment. Quand je pense, je sens fort bien que ma pensée part de mon Cerveau, & non de quelque autre partie de mon Corps.

Lieu.

D. Si l'Ame occupe un Lieu, est-elle donc étendue ?

Si elle a de l'étendue.

R. Vous me faites là une question un peu embarrassante; il faut pourtant vous répondre. Oui; l'Ame est étendue, mais non pas à la manière des Corps, puisqu'elle n'est pas composée de parties. Etant simple de sa nature, elle n'est pas bornée par des parties terminantes, mais elle l'est par l'Etre ou les Etres qui l'environnent & où elle est contenue. Elle occupe donc le lieu

lieu

lieu où elle est, & par conséquent elle a une étendue quelconque.

*D.* Je ne saurois concevoir qu'un Etre qui n'a point de parties puisse occuper un lieu? le concevez vous vous-même?

*R.* Je ne le conçois pas non plus; Dieu, qui fait tout & qui voit tout, le conçoit. Il me suffit d'être bien convaincu qu'un tel Etre doit être où il agit, & que ne pouvant être par-tout, il doit occuper du moins une petite place dans l'Univers. Le comment m'est inconnu.

Son essence.

*D.* L'essence de l'Ame consiste-t-elle dans la Pensée?

*R.* Non. Les pensées résident dans l'Ame comme dans leur Sujet, & elles ne sont que des effets de ses opérations. La Pensée n'est qu'une réflexion sur des sentimens que l'Esprit examine & compare; elle n'est donc que l'effet de la sensibilité & de l'activité. Or un effet n'est point une propriété essentielle; il en suppose seulement une, capable de le produire.

*D.* En quoi donc consiste l'essence de l'Ame?

*R.* Elle consiste dans la propriété de pouvoir penser. Il n'est pas besoin que ce pouvoir soit toujours mis en œuvre, puisque l'Ame ne laisse pas pour cela d'être ce qu'elle est.

*D.* S'il n'est pas nécessaire; pour l'essence de l'Ame, qu'elle mette toujours en œuvre sa sensibilité & son activité, elle ne pense donc pas toujours?

*R.* Qu'elle pense toujours, ou qu'elle ne pense pas toujours, cela ne change pas sa nature. Puisque j'appelle Ame, un Etre qui  
a la

a la faculté de penser, je ne détruis pas son essence, en ôtant la pensée, puisque la faculté de penser n'exige pas nécessairement une pensée actuelle.

D. Mais vous ne répondez pas entièrement à ma question : dites-moi, je vous prie, si l'Etre qui a la faculté de penser, pense toujours.

R. Je n'en sais rien. Il y a trop de témérité à décider cette question. Cependant je serois plutôt porté à croire que nous ne pensons pas toujours.

D. D'où vous vient cette prédilection ? Trouvez-vous donc que ce dernier sentiment soit plus probable que l'autre ?

R. C'est justement pour cela ; & je vais vous en dire la raison. Une pensée suit l'autre, puisqu'autrement elles seroient toutes présentes à l'esprit en même tems. Il y a donc succession dans nos pensées. Or il ne peut y avoir de succession, sans un intervalle de tems quelconque entre chaque pensée, & je regarde cet intervalle comme l'instant pendant lequel nous ne pensons pas. Il est certain que les pensées se succèdent plus ou moins rapidement ; suivant le tempérament, & suivant l'état où l'on se trouve. Ceux qui ont l'esprit vif, auront le plus de pensées, parce qu'il y aura moins d'intervalle entre chacune de leurs pensées.

D. Je trouve beaucoup de subtilité dans ce Raisonnement ; mais il se présente une difficulté sur laquelle je voudrois être éclairci. Ne pourroit-on pas dire, qu'une pensée ne quitte l'Ame que lorsque la suivante prend sa place, à peu près comme une goutte d'eau prend la place de celle qui la précède.

Si les pensées se laissent entre elles un intervalle de tems.

précède dans le courant d'une Rivière? J'adopte pour un moment le Syllème du Plein, où l'on ne reconnoit point de vuide parfait entre les parties de quelque corps que ce soit.

R. Je vois bien que vous ne reconnoissez absolument point de vuide entre chaque pensée de l'Ame, il me semble cependant que j'y en sens quelquefois, plus ou moins, & la raison me dicte que, quelque rapide que soit leur succession, elles laissent entre elles un intervalle de tems, qu'on peut nommer le repos ou le sommeil de l'Ame.

Union de  
l'Ame avec le  
Corps.

D. En quoi consiste l'Union de l'Ame & du Corps?

R. Dans le pouvoir d'agir immédiatement l'un sur l'autre. C'est du moins l'opinion la plus reçue, & on donne à ce pouvoir le nom d'*Influence*.

D. Quel est le fondement de cette opinion?

R. Il n'y en a pas d'autre que l'expérience. Nous éprouvons à chaque instant les effets de ce pouvoir, mais nous ne concevons pas ni comment l'Ame agit sur le Corps, ni comment le Corps agit sur l'Ame.

Syllème  
des Causes  
occasionelles.

D. N'y a-t-il pas d'autres Syllèmes où l'on rend raison de cette action réciproque.

R. Il y en a deux autres, celui des *Causes occasionelles* du Père Malebranche, & celui de l'*Harmonie préétablie* de Mr. Leibnitz.

D. Donnez moi une légère idée du Syllème des *Causes occasionelles*.

R. Dans ce Syllème on établit que Dieu est lui-même l'Auteur immédiat de l'Union de l'Ame & du Corps. Entrepens-  
je

je de marcher, Dieu communique le mouvement à mes pieds, & comme ce mouvement se fait dans le tems même que je me détermine à marcher, je me crois la cause de ce mouvement. Un objet se présente-t-il à ma vue, Dieu me communique sur le champ l'Idée de cet objet.

D. Ce Systême n'est-il pas contraire à la Sagesse de Dieu, que l'on fait intervenir dans toutes les actions ?

R. Bien des Philosophes le prétendent, & comme ils trouvent, que ce n'est pas non plus raisonner assez philosophiquement que de recourir sans cesse au concours de Dieu, ils ont adopté le Systême de Leibnitz, qui est celui de l'*Harmonie préétablie*.

D. Qu'est-ce que cette Harmonie ?

R. Concevez une Ame & un Corps, qui s'accordent tellement ensemble, que les mouvemens du Corps répondent aux perceptions & aux déterminations de l'Ame, & vous y trouverez tout le mystère de l'Union qu'il y a entre cette Ame & ce Corps. C'est à cet accord qu'on donne le nom d'*Harmonie préétablie*.

Systême  
de l'Har-  
monie pré-  
établie.

Dans ce Systême l'Ame est regardée par Leibnitz comme un Automate spirituel, quoique ni lui ni ses Disciples ne prétendent pourtant pas que le sens attaché à ces mots détruise ni la liberté, ni la contingence des actions. Ils établissent que le Corps est une Machine, laquelle Dieu a faite de telle manière, que les Loix du Mouvement suffisent, pour lui faire produire généralement tous les effets que nous observons dans le Corps humain. Puisque les Hommes peuvent construire des Machines,

chines, qui imitent certaines actions humaines, pourquoi, disent ces Philosophes, Dieu ne pourroit-il pas faire une Machine, qui exécuteroit mécaniquement tout ce qu'un Homme fait pendant le cours entier de sa vie, & dans laquelle arriveroit tout ce qui se passe dans le Corps humain; puisque le nombre des mouvemens requis pour cela est fini?

**Origine des Idées.** *D.* Quelle est l'origine de nos idées? Sont-elles innées, en sorte qu'elle ne se développent & ne se manifestent qu'à la faveur de certaines circonstances; ou ne les aquerons-nous qu'à mesure que nous avançons en âge?

*R.* Cette question est très embarrassante. Les Cartésiens enseignent que nous avons des idées innées, & Locke prétend avoir démontré que nous n'en avons aucune. Il y a dans chaque Système beaucoup d'obscurité, & je pense que, pour éviter l'erreur, il ne faut rien décider sur cette question. Nous ne connoissons pas assez la nature de l'Ame pour savoir ce qui se passe en elle avant notre naissance. Un Poulet naissant a des idées innées.

**Immortalité de l'Ame.**

*D.* Je n'ai plus qu'une question à faire sur l'Ame, & cette question est la plus importante de toutes : là voici. L'Ame est-elle immortelle?

*R.* Puisqu'on a fait voir ci-dessus que l'Ame est une Substance simple, qui n'est point composée de parties, comme la Matière, elle ne sauroit être desunie, elle doit rester telle qu'elle est, & par conséquent elle est impérissable, immortelle, à moins qu'il ne plaise à Dieu de l'anéantir, comme il lui a plus de lui donner l'existence. Mais la Religion nous enseigne que  
l'Ame



L'Ame vivra après la destruction du Corps auquel elle est unie, ainsi nous devons la regarder comme immortelle, tant par sa nature, que par la volonté de Dieu.



### CHAPITRE III.

#### *De l'Ame des Bêtes.*

**D.** Les Bêtes ont-elles une Ame?

Si les Bê-

**R.** Nous avons dit, en parlant de l'Ame humaine, que c'est une Substance immatérielle qui a la faculté de penser : Or les Bêtes ont très-certainement cette faculté, donc elles ont une Ame.

**D.** Raisonnent-elles?

Si elles

**R.** Il n'y a qu'à examiner tout ce qu'elles font pour en juger. Les Bêtes savent choisir ce qui leur est le plus convenable? Or elles ne sauroient faire ce choix, sans combiner leurs idées, & par conséquent sans former une espèce de raisonnement.

raison-  
nent.

**D.** Ces Ames des Bêtes sont-elles toutes de même espèce.

Si leurs A-  
mes sont  
toutes de  
même es-  
pèce.

**R.** Il est à croire qu'il y a autant de sortes d'Ames, qu'il y a d'Espèces d'Animaux. L'Ame d'un Chien paroît être bien différente de celle d'un Limaçon, & celle d'un Singe a des facultés que n'a pas celle d'une Tortue. Chaque Animal a une Ame proportionnée à ses besoins & aux organes du Corps dans lequel elle est logée.

**D.** L'Ame des Bêtes est elle immortelle?

Si l'Ame

**R.** Oui, & même par sa nature, puisqu'elle est spirituelle.

des Bêtes  
est immor-  
telle.

**D.** Que

D. Que deviendra cette Ame après la destruction du Corps qu'elle habite? Dieu l'anéantira-t-il?

R. Je n'en fai absolument rien. L'Etre infini, qui a créé ces Ames, a sûrement ordonné de leur destination avec sagesse.

Si les Bêtes  
sont des  
Etres mo-  
raux. D. Les Bêtes sont-elles des Etres Mo-  
raux.

R. Je n'en fai rien non plus. Je pourrois me tromper si je disois que non. Elles sont telles qu'elles doivent être pour remplir les vues que Dieu s'est proposées; voilà tout ce que je puis dire sur cet article: l'évidence me manque pour répondre autrement à cette question.

Si elles  
sentent. D. Ont-elles du sentiment?

R. Je crois qu'elles en ont toutes, chacune à proportion du nombre & de la conformation de leurs organes. Je ne saurois me persuader que Dieu leur ait donné des organes de sentiment, sans leur donner de sentiment.

S'il est  
permi de  
les faire  
souffrir.

D. Est-il permis de leur faire du mal?

R. Sans examiner si la Religion & les Loix le permettent ou ne le permettent pas, je trouve qu'il y a une espèce d'inhumanité & de cruauté à faire souffrir de pauvres Animaux, qui ne nous font aucun mal, & qui souvent même nous rendent de grands services. Le mépris que nous avons pour eux ne vient que de notre orgueil, qui nous fait croire que nous avons sur eux un empire absolu. La raison veut qu'on leur procure tout le bien qu'il est possible, par respect pour celui qui est le Souverain Seigneur de toutes choses, à qui ils appartiennent comme nous, de qui ils sont comme nous les Créatures, & pour la formation desquels il n'a pas

pas fallu moins de sagesse & de puissance que pour la formation de l'Homme.

Le fameux Newton, Philosophe tout Sentiment de Newton à ce sujet. plein d'humanité, trouvoit une contradiction affreuse à croire que les Bêtes sentent, & à les faire souffrir. Sa Morale s'accordoit en ce point avec sa Philosophie : il ne cédoit qu'avec répugnance à l'usage barbare de nous nourrir du sang & de la chair des Etres semblables à nous, que nous caressons tous les jours ; & il ne permit jamais dans sa maison, qu'on les fit mourir par des morts lentes & recherchées, pour en rendre la nourriture plus délicieuse.

D. L'Homme n'a-t-il donc aucun droit Quel droit a l'Homme sur les Animaux. sur les Animaux ?

R. Il n'en a d'autre que celui qu'il s'est arrogé, en qualité de plus fort & de plus rusé (a).

(a) L'un des meilleurs Ouvrages que nous ayons sur l'Ame des Bêtes, c'est celui qui a pour titre : *Histoire critique de l'Ame des Bêtes, contenant les sentimens des Philosophes anciens, & ceux des Modernes sur cette matière*, par Mr. Guer, Avocat. Deux Volumes, 8vo. 1749.





## LIVRE SECOND.

### *De la Métaphysique.*

Ce que c'est que la Métaphysique. *D.* QU'est-ce que la Métaphysique ?  
*R.* C'est une Science qui traite de tout ce qui est commun à toutes les choses créées. Cette Science, qui est entièrement spéculative, étoit autrefois beaucoup plus cultivée qu'elle ne l'est à présent, parce qu'on a remarqué qu'elle donne lieu à une infinité de questions inutiles.

Son objet. *D.* Quel est son objet ?

*R.* L'Etre en général.

Son utilité. *D.* Quelle est son utilité ?

*R.* Par la contemplation des choses, nous voyons les différences qui se trouvent entre elles, & ce que chacune a de particulier qui la distingue des autres. Nous apprenons aussi les relations qu'elles ont entre elles, & la manière dont elles existent.



CHA.



## CHAPITRE I.

### *De l'Etre en général.*

- D.** A Quoi donne-t-on le nom d'Etre? Ce que  
**R.** On le donne non seulement à c'est que  
 tout ce qui existe, mais encore à tout ce l'Etre.  
 qui peut exister, & dont les déterminations  
 n'impliquent aucune contradiction.  
**D.** Comment aquérons-nous l'idée de Idée que  
 l'Etre? nous en  
 aquérons.  
**R.** Nous l'aquérons par Abstraction.  
**D.** Qu'entendez vous par Abstraction? Ce que  
**R.** J'entens cette action de notre Ame, c'est  
 qui envisage une chose, sans faire attention qu'Abs-  
 à tout ce qui y appartient. Par exemple, traction.  
 j'aquiers l'idée de la rondeur, en faisant  
 uniquement attention à la figure d'un Glô-  
 be, sans penser à sa matière, ou à sa gran-  
 deur. De même, en considérant seulement  
 ce qui est commun à toutes les choses qui  
 existent, sans faire attention aux proprié-  
 tés, que chacune d'elles pourroit avoir, j'a-  
 quiers l'idée de l'Etre en général.



## CHAPITRE II.

### *De la Substance, de l'Essence, des At- tributs & des Accidens ou Modes.*

- D.** Q Ue doit-on entendre par le mot Difficulté  
 de Substance? de définir  
**Tome I.** C **R. II**

la Substan-  
ce.

Idee qu'en  
avoient les  
Scholasti-  
ques.

R. Il est très difficile d'en donner une bonne définition.

D. Comment les Scholastiques la définissent-ils.

R. Ils l'appelloient *Ens quod per se subsistit & sustinet Accidentia*, c'est-à-dire, un Être qui subsiste par lui-même, & qui est le soutien des Accidens; mais, quand on veut savoir ce que c'est que *subsister par soi-même*, *soutenir des Accidens*, & la manière dont ils sont soutenus, on ne reçoit pour toute réponse que de nouveaux mots à définir; & auxquels aucune idée distincte n'est attachée.

Définitions qu'en

donnent  
les Modernes.

D. Les Philosophes modernes l'ont-ils mieux définie?

R. Non. Descartes n'a pas été plus loin que les Scholastiques sur ce sujet: car il dit que *la Substance est un Être qui existe tellement, qu'il n'a besoin d'aucun Être pour son existence*; ce qui revient au *per se subsistens* des Scholastiques; & d'ailleurs, si on prend cette définition à la rigueur, il n'y aura que Dieu qui soit une véritable Substance, puisque toutes les Créatures subsistent par lui, & que lui seul subsiste par lui-même.

L'idée qu'en donne Locke n'est pas plus exacte. Il s'arrête à la notion imaginaire de la Substance, telle que les Sens & l'imagination la donnent au Vulgaire, & il avoue lui-même que cette notion n'est qu'une espèce de comparaison qui a quelque ressemblance avec la notion véritable.

Ce qu'on  
doit en-  
tendre par  
Substance.

D. Pourriez-vous en donner une meilleure définition?

R. En voici une, qui est infiniment plus satisfaisante. J'entens par *Substance*, ce qui constitue la réalité effective d'un Être, ou

*ce sans quoi il n'existeroit point effectivement.* Si je n'existois pas effectivement, mais que je ne fusse qu'un Etre possible, & non effectué, je n'aurois que la propriété de pouvoir effectivement exister & de pouvoir penser; mais, par les termes mêmes, je n'existerois, ni ne penserois effectivement.

Pour une existence effective & actuelle il faut donc quelque chose qui constitue une existence effective & actuelle, quelque chose qu'on ne puisse concevoir ni regarder comme une propriété, mais comme le sujet, le fonds de l'Etre, de l'existence, & de toutes sortes de propriétés; & c'est ce qu'on nomme *Substance*, du Verbe Latin composé de *sub*, qui signifie *dessous*, & de *stare*, qui signifie *être fortement, fermement résister, durer*, parce que ce qui fait le fonds de l'existence des Etres, le fonds de leurs propriétés, ce qui les constitue existans, n'est presque apperçu que par la superficie, ou pour mieux dire, n'est connu que par ses propriétés, parce que les propriétés & la Substance se supposent si nécessairement, que sans cela on ne peut concevoir, même comme possible, l'existence d'aucun Etre.

D. Qu'est-ce que l'Essence d'une chose? Ce que

R. C'est ce qui fait qu'une chose est ce c'est que  
qu'elle est. Par exemple, l'Essence du l'Essence  
Cercle est d'avoir tous les points de sa cir- d'une cho-  
conférence également éloignés du centre.  
Vous voyez par cette définition que l'Essence d'une chose ne sauroit en être séparée que par abstraction. Otez l'Essence du Cercle que je viens d'indiquer, & le Cercle s'évanouira. Avoir tous les points de la

périphérie également éloignés du centre, & être Cercle, sont une seule & même chose.

*Si les Essences des choses sont immuables.* D. Les Essences des choses sont-elles immuables par leur nature?

R. Oui. Quand on considère un Triangle, on voit clairement que sa nature est d'avoir trois Angles, & de n'en avoir que trois; ajoutez ou ôtez un Angle, le Triangle sera détruit. Si vous dites que Dieu peut donner quatre Angles au Triangle, sans le détruire, en sorte que quatre Angles soient trois Angles, vous parlez alors d'une manière contradictoire; car, puisque le Triangle ne peut avoir que trois Angles, il cesse d'être Triangle dès que vous lui en donnez quatre. Il est évident que la figure du Triangle ne sauroit être changée, pendant que le Triangle reste ce qu'il est, c'est à dire, pendant que sa figure ne change point. Etre, & en même tems n'être pas, sont deux choses qui s'entre-détruisent; & vouloir étendre la puissance Divine à de pareilles choses, c'est affirmer que Dieu crée ce qu'il ne produit point, & que pouvoir tout, ou ne pouvoir rien sont une seule & même chose.

*Ce que c'est qu'Attributs, Accidens ou Modes.* D. A quoi donne-t-on le nom d'Attributs & d'Accidens ou de Modes?

R. On peut distinguer deux sortes d'Attributs. On appelle Attributs essentiels, ceux qu'on ne sauroit séparer de leur sujet, sans le détruire; & on donne le nom d'Attributs accidentels, ou simplement d'Accidens ou de Modes, à ceux qui peuvent être séparés d'une chose, sans que pour cela elle soit détruite. Les Attributs essentiels diffèrent dans le même sujet, selon la manière



nière dont on l'envisage, c'est-à-dire, dont on le détermine, tous les Attributs étant essentiels dans un sujet bien déterminé.

En considérant une boule d'or, & en ne faisant attention qu'à ceci, savoir, que c'est un corps, ses Attributs essentiels seront l'étendue, l'impénétrabilité, & toutes les autres qualités communes à tous les corps. Pour ce qui regarde la figure & les propriétés de l'or, ce ne sont, dans le cas en question, que des Accidens ou des Modes. S'il s'agit d'un corps sphérique, la figure ronde devient aussi un Attribut essentiel, sans lequel un Globe d'or ne seroit plus un corps sphérique. Si la chose, qu'on examine, est déterminée à tous égards, on ne pourra rien ôter de ce qui la détermine, sans la changer; & alors tout Attribut est essentiel.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE III.

*Du Principe de Contradiction, du Possible & de l'Impossible.*

D. QU'est-ce que le Principe de Contradiction? Ce que c'est que le Principe de Contradiction.

R. C'est celui par lequel on affirme & nie la même chose en même tems. Ce Principe est le premier Axiome sur lequel toutes les vérités sont fondées.

D. Peut-on nier ce Principe? Si on peut le nier.

R. On ne sauroit le nier, sans démentir sa propre conscience; car nous sentons que nous ne pouvons point forcer notre esprit à

admettre qu'une chose est, & n'est pas en même tems, & que nous ne pouvons point ne pas avoir une idée, pendant que nous l'avons, ni voir un corps blanc comme s'il étoit noir, pendant que nous le voyons blanc. Les Pirrhoniens mêmes n'ont jamais pu le nier, puisqu'ils ne doutoient point qu'ils eussent une idée pendant qu'ils l'avoient. Cet Axiome est le fondement de toute certitude dans les connoissances humaines; car il n'y auroit plus aucune vérité, si on accordoit une fois que quelque chose pût exister & n'exister pas en même tems.

A quoi on  
donne le  
nom de  
Possible &  
d'Impos-  
sible.

*D.* A quoi donne-t-on le nom de Possible & d'Impossible?

*R.* On appelle Possible, ce qui peut être & qui n'implique nulle contradiction; & Impossible, ce qui ne sauroit être & qui implique contradiction.

*D.* Que doit-on faire lorsqu'on avance qu'une chose est possible ou impossible?

*R.* Lorsqu'on dit qu'une chose est possible, il faut être en état de montrer qu'elle ne contient aucune contradiction; car, sans cette condition, nos idées ne sont que des opinions plus ou moins probables, mais dans lesquelles il n'y a aucune certitude. De même, lorsqu'on dit qu'une chose est impossible, il faut montrer qu'on nie & qu'on affirme la chose en même tems, ou bien qu'elle est contraire à une vérité déjà démontrée.

Diverses  
sortes  
d'Impossi-  
bilités.

*D.* N'y a-t-il pas plusieurs sortes d'Impossibilités?

*R.* On appelle absolument impossible, ce qui, considéré en soi, empêche sa propre existence. Mais ce qui est impossible de cette

cette manière n'est rien, quoiqu'on l'exprime comme si c'étoit quelque chose. Une Montagne sans Vallée est absolument impossible; & , à proprement parler, ce n'est rien, car quand on suppose la Montagne, on suppose aussi la Vallée; ôtez la Vallée, vous ôtez aussi la Montagne, & le tout s'évanouit.

Il y a encore d'autres sortes d'Impossibilités. Quelquefois une chose, considérée en elle-même, est possible, mais quelque chose d'étranger empêche qu'elle ne puisse être. Un prisonnier, quoiqu'il n'ait rien en lui qui l'empêche de sortir, est obligé de rester, parce que la porte de la prison est fermée.

Très souvent l'impossibilité ne doit être attribuée qu'à la relation qu'il y a entre deux choses. Un Cylindre, dont le diamètre est plus grand que celui de l'ouverture où l'on voudroit l'introduire, ne sauroit y entrer, à cause du rapport qu'il y a entre ces deux grandeurs. Toutes ces Impossibilités sont nommées physiques.

D. N'y a-t-il pas aussi des Impossibilités Morales ?

R. Oui.

D. Qu'entendez vous par Impossibilité Morale ?

R. C'est celle, dont il faut chercher la cause dans notre Intelligence. Voici un exemple d'une pareille Impossibilité. Un homme, dans son bon sens, ne se jettera pas de lui-même dans le feu; cela est impossible, parce qu'il ne seroit pas dans son bon sens, s'il s'y jettoit.

Impossibilités Morales.



## C H A P I T R E IV.

*Du Rien , ou du Néant.*

Ce que  
c'est que  
le Rien.

D. Q'entendez-vous par le Rien, ou le Néant.

R. C'est un terme négatif pour marquer ce qui n'est pas ; ou autrement, la négation de l'existence.

Explica-  
tion de ce  
terme.

D. Expliquez-moi cela , je vous prie , par un exemple.

R. En voici un qui vous fera comprendre la chose clairement. Je ne saurois dire que je n'existe pas, parce que *je*, ou *moi*, est déjà une affirmation de mon existence, & qu'il est aussi contradictoire que je n'existe pas, quand je dis que je n'existe pas, qu'il est contradictoire que je n'existe pas, quand je dis que je pense. Ne pas exister c'est n'être pas ; n'être pas est donc la négation de l'existence ; c'est-ce qui s'exprime par le *Rien*, ou le *Néant*, lequel ne sauroit avoir aucune propriété.

Inconvé-  
nient à  
éviter.

D. Quels inconvéniens doit-on tâcher d'éviter par rapport au Néant ?

R. On doit prendre garde de ne pas en-  
visager ce qui n'est rien, comme si c'étoit quelque chose ; ce qui arrive lorsqu'on affirme que deux Contradictaires peuvent être vrais en même tems. On ne doit pas non plus envisager quelque chose comme si ce n'étoit rien, ce qui arrive à ceux qui affirment que le Vuide n'est rien, dans le tems même qu'ils en admettent l'existence.

CHA-



# CHAPITRE V.

*Du Principe de la Raison suffisante, de celui des Indiscernables, & de celui de Continuité.*

D. QU'appellez-vous Principe de la Raison suffisante?

Principe de la Raison suffisante.

R. C'est celui par lequel une personne se détermine à une chose plutôt qu'à une autre, par une raison suffisante qui lui fasse voir que cette chose est préférable à l'autre, ou pourquoi elle est ainsi plutôt que tout autrement.

D. Quel Auteur a le premier employé ce Principe?

Archimède de premier Auteur de ce Principe.

R. On prétend que c'est Archimède, qui l'a employé dans la Mécanique. Ce Philosophe, voulant démontrer qu'une Balance à bras égaux chargée de poids égaux restera en équilibre, fit voir que, dans cette égalité de bras & de poids, la Balance devoit rester en repos, parce qu'il n'y auroit point de raison suffisante, pourquoi l'un des bras descendroit plutôt que l'autre.

D. Par qui ce Principe a-t-il été développé?

Ce Principe développé par Leibnitz.

R. Par Mr. Leibnitz, qui l'a énoncé très distinctement & l'a introduit dans les Sciences.

D. Quels sont les avantages de ce Principe?

Ses avantages.

R. Il bannit de la Philosophie tous les

raisonnemens à la Scholastique; car les Scholastiques admettoient bien qu'il ne se fait rien sans cause, mais ils alléguoient pour causes des Natures plastiques, des Ames végétatives, & d'autres mots vuides de sens. Lorsqu'on dit, par exemple, que les Plantes naissent, croissent & se conservent, parce qu'elles ont une Ame végétative, on allègue bien une cause de ces effets, mais une cause qui n'est pas recevable, parce qu'elle ne contient rien par où je puisse comprendre comment s'opère la végétation dont je cherche la cause.

S'il est le  
fonde-  
ment de la  
Morale.

D. N'est-il pas aussi le fondement de la Morale?

R. Oui, puisque c'est de lui que dépendent les règles & les coutumes qui ne sont fondées que sur ce qu'on appelle *Convenance*. Lorsque les hommes choisissent des actions préféralement à d'autres, savoir celle où il y a le plus de raison, ces actions deviennent bonnes, & on ne sauroit les blâmer; mais elles deviennent déraisonnables, dès qu'il y a des raisons suffisantes pour ne les point commettre.

Principe  
des Indif-  
cernables.

D. N'est-ce pas de ce Principe que naît celui que Mr. Leibnitz appelle le Principe des Indiscernables?

R. Oui.

Ce que  
c'est,

D. Expliquez-moi, je vous prie, ce que c'est que ce Principe.

R. Suivant Leibnitz, ce Principe bannit de l'Univers toute matière similaire; car, s'il y avoit deux parties de matière absolument similaires & semblables, en sorte qu'on pût mettre l'une à la place de l'autre, sans qu'il arrivât le moindre changement (car c'est ce qu'on entend par entièrement semblable), il n'y auroit point de  
rai.

raison suffisante pourquoi l'une de ces particules seroit placée dans la Lune, par exemple, & l'autre sur la Terre, puisqu'en les changeant & mettant celle qui est dans la Lune sur la Terre, & celle qui est sur la Terre dans la Lune, toutes choses demeureroient les mêmes. On est donc obligé de reconnoître que les moindres parties de matière sont discernables, que chacune est infiniment différente de toute autre, & qu'elle ne pourroit être employée dans une autre place que celle qu'elle occupe, sans déranger tout l'Univers.

**D.** N'y a-t-il donc pas dans la Nature deux Corps qui se ressemblent entierement?

S'il y a dans la Nature deux Corps qui se ressemblent.

**R.** On ne sauroit en trouver de tels. Vous ne verrez jamais deux Hommes, deux Singes, deux Chiens, deux Poissons, en un mot, deux Animaux quelconques de même Espèce qui se ressemblent parfaitement; vous y trouverez toujours, en les examinant de près, une différence prodigieuse. Parcourez un vaste Parterre, rempli de Tulipes, vous ne trouverez pas parmi ces Fleurs, deux feuilles qui se ressemblent en tout, vous y remarquerez toujours de la variété, sur-tout en les examinant avec un Microscope.

**D.** Ce sentiment de Leibnitz n'a-t-il pas été combattu?

Le sentiment de Leibnitz sur cette matière combattu par Newton & par Clarke.

**R.** Il l'a été par le fameux Newton & par Clarke. Newton soutenoit que Dieu, infiniment libre, comme infiniment puissant, a fait beaucoup de choses qui n'ont d'autre raison de leur existence que sa seule volonté. Par exemple, que les Planètes se meuvent d'Occident en Orient plutôt qu'autrement, qu'il y ait un tel nombre d'Animaux,

d'Etoiles, de Mondes, plutôt qu'un autre, que l'Univers fini soit dans un tel ou tel point de l'Espace, &c. la volonté de l'Etre Suprême en est sa seule raison.

Leibnitz dit que Dieu a fait en tout le meilleur, parce que s'il ne l'avoit pas fait comme meilleur, il n'eût pas eu raison de le faire. Les Newtoniens répondent qu'il n'y a point de meilleur dans les choses indifférentes. Mais il n'y a point de choses indifférentes répondent les Leibnitiens. Votre idée même a la fatalité absolue, disoit Clarke à Leibnitz, vous faites de Dieu un Etre qui agit par nécessité, & par conséquent un Etre purement passif; ce n'est plus Dieu. Votre Dieu, répondoit Leibnitz, est un Ouvrier capricieux, qui se détermine sans raison suffisante.

La volonté de Dieu est la Raison, répondoit l'Anglois. D'ailleurs il ne paroît pas vrai que plusieurs Etres semblables marquent de la stérilité dans la puissance du Créateur, comme le prétend Leibnitz; car, si les Elémens des choses doivent être absolument semblables pour produire des effets semblables: si, par exemple, les Elémens de l'Eau doivent être les mêmes pour former de l'Eau; cette parfaite ressemblance, cette identité, loin de déroger à la grandeur de Dieu, est un des plus beaux témoignages de sa puissance & de sa sagesse. Joignez à cela que, si les Elémens des choses sont tous différens, si les premières parties d'un Rayon rouge ne sont pas entièrement semblables, il n'y a plus alors de Raison suffisante pourquoi des parties différentes donnent toujours une couleur invariable. Vous voyez qu'il n'est pas facile



le de terminer entièrement cette fameuse dispute.

D. Ne suit-il pas encore quelque autre Principe de celui de la Raison suffisante? La Loi de Continuité.

R. Oui; & c'est celui que Leibnitz, à qui nous en sommes redevables, appelle la *Loi de Continuité*.

D. Qu'apprenons-nous par ce Principe? Ce que

R. Il nous enseigne que rien ne se fait c'est. par saut dans la Nature, & qu'un Etre ne passe point d'un état à un autre, sans passer par tous les différens états qu'on peut concevoir entre eux, de même qu'on ne va point d'une Ville à une autre, sans parcourir le chemin qui est entre-deux.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE VI.

### *Du Nécessaire & du Contingent.*

D. QU'entendez-vous par Nécessaire en Du Nécessaire.  
général?

R. J'entens par-là tout ce qui ne peut pas ne point être, ou, ce dont le contraire est impossible, quelle que soit la cause de l'impossibilité.

D. Qu'est-ce que la Nécessité absolue? Nécessité absolue.

R. C'est celle dont le contraire est absolument impossible, c'est-à-dire, qui n'a point de contraire. C'est ainsi que le Triangle a nécessairement trois côtés.

D. Qu'est-ce que la Nécessité Physique? Nécessité Physique.

R. C'est celle dont le contraire emporte quelque impossibilité physique, telle qu'est

celle dont nous avons parlé ci-dessus.

Nécessité  
fatale.

D. Qu'est-ce que la Nécessité fatale ?

R. C'est celle qui est physique. Dans les Furieux, la Nécessité fatale a lieu, parce que leur volonté & leurs actions sont déterminées par quelque Cause physique.

Nécessité  
Morale.

D. Qu'est-ce que la Nécessité Morale ?

R. C'est celle où il y a Impossibilité Morale. Je suppose qu'on laisse à un homme le choix d'une heureuse liberté, ou d'une dure captivité; il est moralement impossible qu'il se détermine pour la captivité, car il faudroit qu'il fût fou pour faire un tel choix.

Contingent.

D. Qu'appelle-t-on Contingent ?

R. On donne ce nom à ce qui peut être ou n'être pas, c'est-à-dire, à ce qui n'est pas déterminé par sa propre nature. Il y en a qui nomment Contingent tout ce qui n'arrive pas nécessairement, & d'autres qui donnent ce nom à ce qui est l'effet d'une Nécessité morale.

\*\*\*\*\*

## C H A P I T R E VII.

*De la Liberté & de la Fatalité.*

Définition  
de la Li-  
berté.

D. Qu'est-ce que la Liberté ?

R. C'est la faculté de vouloir & de faire ce qu'on veut, quelle que soit la détermination de la volonté.

Si on peut  
se détermi-  
ner sans  
cause.

D. Peut-on se déterminer sans cause, ou l'Homme est-il libre d'une Liberté d'Indifférence dans les choses qu'on nomme indifférentes ?

R. Les

R. Les Philosophes sont partagés sur cette question. Les uns prétendent que nous n'avons point de telle Liberté, & la raison qu'ils en donnent, c'est que le Néant ne sauroit être la cause d'un effet. Lors, disent-ils, que nous choisissons une chose, & que nous rejettons l'autre, cette préférence a sa cause; car ce qui paroît digne d'être choisi, ne paroît pas en même tems devoir être rejeté. La chose dont on fait choix n'est donc pas alors regardée comme indifférente, puisqu'on ne sauroit la choisir sans la préférer à l'autre.

Ceux qui disent que nous nous déterminons souvent sans cause allèguent les cas où nous faisons choix, quoiqu'il n'y ait alors, suivant eux, ni meilleur, ni pire. On me propose de fermer l'une de mes mains; je ferme la gauche. Voilà, disent ces Philosophes, un de ces cas où l'on se détermine sans cause, ou sans autre raison que la volonté. L'Âme se détermine, uniquement parce qu'elle veut se déterminer. Mais, disent les autres, pourquoi l'Âme se détermine-t elle ainsi, & non pas autrement? Pourquoi voulez-vous fermer la main gauche, & non pas la droite? Ils soutiennent que si on n'a pas alors de raison à alléguer, on doit convenir que cette action est l'effet du Néant, ce qu'on n'a jamais osé dire, puisque le Rien ne sauroit jamais rien produire.

D. Que doit-on donc penser sur cette question épineuse?

R. Le plus sûr est de la laisser indécise. Quelque parti qu'on prenne, on rencontre des difficultés immenses & presque toujours insurmontables.

D. Qu'est-

**Liberté de Spontanéité.** D. Qu'est-ce que la Liberté de Spontanéité ?

R. C'est celle où nous nous déterminons par des motifs ; & ces motifs sont toujours le dernier résultat de notre Entendement.

**Exemple de cette Liberté.**

D. Donnez-moi un exemple de cette espèce de Liberté.

R. Quand mon Entendement se représente qu'il vaut mieux pour moi obéir à la Loi que la violer, j'obéis à la Loi avec une Liberté spontanée, je fais volontairement ce que le dernier *dictamen* de mon Entendement m'indique de faire.

**Cas où on la perd.**

D. Ne perd-on pas souvent cette Liberté spontanée ?

R. On la perd dans les passions excessivement fortes, & dans les maladies violentes où le Cerveau se trouve entièrement dérangé. Les furieux n'ont aucune Liberté, ils sont déterminés nécessairement par le vice de leurs organes ; ils ne sont point les maîtres d'eux-mêmes, ils ne choisissent rien.

**Ce que c'est que la Fatalité.**

D. Qu'est-ce que la Fatalité ?

R. C'est cette détermination de la Volonté, dont l'effet est produit par quelque cause physique ou mécanique ; desorte que nous n'agissons pas, parce que nous le voulons, mais nous voulons, parce que nous agissons.

**Conséquences qu'on en tire.**

D. Quelles conséquences tire-t-on de la Fatalité ?

R. Ceux qui l'admettent prétendent que l'Homme n'est pas l'Auteur de ses actions, & que par conséquent il ne sauroit éviter de faire le mal. Si ce principe étoit vrai, il n'y auroit ni vices, ni vertus.

CHA-

\*\*\*\*\*

# CHAPITRE VIII.

## *Du Tems & de la Durée.*

D. QU'est-ce que le Tems ?

*Du Tems.*

R. C'est l'ordre des Etres successifs.

D. Comment diffère-t-il des Etres successifs ?

*Comment il diffère des Etres successifs.*

R. Il en diffère de même que le Lieu & le Nombre différent des choses nombrées & coëxistantes. Le Tems n'étant qu'un ordre des successions continues, ne sauroit exister, à moins qu'il n'existe des choses dans une suite continue : ainsi il y a du Tems, dès qu'il y a des choses successives, & il n'y en a plus aussitôt qu'on ôte ces choses.

D. Dieu est-il dans le Tems ?

*Si Dieu*

R. Non, puisqu'il n'y a en lui aucune succession, & qu'il ne sauroit éprouver de changement. N'étant point lié avec les Etres, dont l'union constitue le Monde, il ne coëxiste point aux Etres successifs comme les Créatures, & sa durée ne sauroit se mesurer par celle de ces Etres. Dieu est à la fois tout ce qu'il peut être, au lieu que les Créatures ne peuvent subir que successivement les états dont elles sont capables.

*est dans le Tems.*

D. Y a-t-il des parties actuelles dans le Tems, & peut-on le mesurer ?

*Parties du Tems.*

R. Il n'y en a point d'autres que celles que des Etres actuellement existans désignent. Lorsqu'on se forme l'idée d'un moment, on en considère le commencement

&

& la fin, & on apperçoit alors que chaque moment peut être divisé en d'autres momens moins grands. Tout ce qu'on conçoit d'indivisible dans le tems, c'est l'instant qui sépare deux momens successifs, qui est la fin du premier & le commencement du second. On peut mesurer le tems de plusieurs manières. On le mesure souvent par le mouvement uniforme d'un objet; car, lorsque le mouvement est uniforme, le Mobile parcourera, par exemple, un second pied dans le même tems dans lequel il a parcouru un premier pied. Ainsi, la durée des choses qui coexistent au mouvement du Mobile, pendant qu'il parcourt un pied, étant prise pour *un*, la durée de celles qui coexisteront à son mouvement, pendant qu'il parcourera deux pieds, sera *deux*, & ainsi de suite.

D'où vient  
la notion  
du Tems.

D. D'où nous vient la notion du Tems?  
R. Elle vient de la succession de nos idées, & non du mouvement des corps extérieurs; car nous aurions une succession du Tems, quand même il n'existeroit autre chose que notre Ame. Nous n'acquérons même l'idée du mouvement, que par la réflexion que nous faisons sur les idées successives, que le corps qui se meut excite dans notre esprit par son existence successive aux différens Etres qui l'environnent.

Tems vrai.

D. Qu'est-ce que le Tems vrai?  
R. C'est la Durée envisagée d'une manière abstraite sans succession.

Tems relatif.

D. Qu'est-ce que le Tems relatif?  
R. C'est celui qui est désigné par la succession des Etres.

Eternité.

D. Qu'est-ce que la Durée, dont on ôte le commencement & la fin?

R. C'est

R. C'est l'Eternité. Si nous retranchons le commencement de la Durée, c'est l'Eternité à *parte ante*; si nous en ôtons la fin, c'est une Durée perpétuelle, ou l'Eternité à *parte post*.



## CHAPITRE IX.

### *De l'Identité.*

D. QU'est-ce que l'Identité.

R. C'est lorsque deux choses sont Identité. telles, qu'on peut substituer l'une à la place de l'autre, sans qu'il arrive aucun changement par rapport à la propriété qu'on considère. Par exemple, si j'ai une boule de pierre, & une boule de plomb, & que je puisse mettre l'une à la place de l'autre dans le bassin d'une balance, sans que la balance change de situation, je dis que le poids de ces boules est identique, qu'il est le même, & qu'elles sont identiques quant à leur poids. On dit aussi qu'une chose est identique, ou la même, lorsqu'elle ne change point & qu'elle est distincte de toute autre. En général, une chose passe pour être la même, lorsqu'il n'est arrivé aucun changement à ses attributs essentiels; mais s'il s'agit d'une chose déterminée par certains Modes, il faut que les mêmes Modes y restent pour que son identité soit conservée.

D. L'Identité ne dépend-elle pas souvent de ce que nous avons dans l'esprit?

R. Oui;

R. Oui; car une chose est souvent envisagée par l'un comme la même, tandis qu'un autre la regarde comme changée.

\*\*\*\*\*

## C H A P I T R E X.

### *Des Causes & des Effets.*

Cause.

D. QU'est-ce qu'une Cause?

R. C'est une chose sans laquelle une autre ne seroit point.

Effet.

D. Qu'est-ce qu'un Effet?

R. C'est une chose qui sans une autre ne seroit point.

Effet qui devient Cause.

D. Un Effet ne peut-il pas devenir Cause?

R. Oui; car si un Effet produit quelque autre chose, il est cause à l'égard de ce qu'il produit, & il est Effet à l'égard de ce qui le produit, d'où il arrive qu'une suite d'Effets devient une suite de Causes, qui sont en même tems Causes & Effets. On peut appeller ces sortes de Causes, *Causes Transférantes* ou *Intermédiaires*.

Différence entre Cause & Condition.

D. Quelle différence met-on entre Cause & Condition?

R. La Cause est ce en quoi réside l'efficace, qui produit l'Effet; au-lieu que la Condition est ce sans quoi la Cause ne sauroit produire son Effet, quoique cette Condition ne renferme en soi aucune efficace proprement dite. Par exemple, une pierre tombe par sa pesanteur: la pesanteur est la cause de sa chute; cependant elle ne sauroit tomber, à moins qu'elle ne cesse



cesse d'être soutenue; & c'est ce qu'on nomme la Condition.

D. Y a-t-il des progrès de Causes à l'infini, ou, y a-t-il une suite de Causes sans commencement ? S'il y a un progrès de Causes à l'infini.

R. Cela est impossible. Comme il est contradictoire que tout soit Effet, il y a nécessairement une ou plusieurs Causes quelconques qui ne sont point Causes transférées ou intermédiaires, mais qui est ou qui sont originairement premières Causes de toute production.

D. Qu'entendez-vous par ces premières Causes ? Premières Causes.

R. J'entens par-là un ou plusieurs Etres nécessairement existans, qui produisant tout, & n'étant point produits, sont par conséquent éternels & indépendans.

D. N'y a-t-il qu'une seule Cause antécédente à toute autre, ou y en a-t-il plusieurs ?

R. Il n'y en a qu'une seule.

D. Comment le prouvez-vous ?

R. J'ai fait voir, en parlant de l'existence & des Attributs de Dieu, que c'est un Etre essentiellement existant, éternel, tout-puissant, intelligent, actif, cause directe ou indirecte, mais libre, de tout ce qui est ou peut être : Or cet Etre est unique, car s'il y en avoit un autre, sa toute-puissance seroit bornée. Il n'y a donc qu'une seule Cause antécédente à toute autre, & cette première Cause c'est Dieu même. Je renvoie sur cela à ce que j'ai dit ci-dessus dans le Chapitre de l'Existence de Dieu. Il n'y a qu'une seule Cause antécédente.



# LIVRE TROISIEME.

## *De la Physique expérimentale.*



### CHHPITRE I.

*De la Physique en général. Des Règles & des Loix de la Nature. Division de la Physique. Son utilité. Histoire des découvertes faites par les Anciens & par les Modernes. Pourquoi l'étude de cette Science doit entrer dans le plan de l'éducation des Enfans.*

Significa-  
tion du  
mot *Physi-*  
*que.*

Ce que  
c'est que  
la Nature.

D. Quelle est la signification du mot *Physique* ?

R. Ce mot, qui vient du Grec, signifie *Nature.*

D. Qu'est-ce que la Nature ?

R. C'est cette force active, ou ce mécanisme que Dieu a établi dans l'instant de la création de tous les Etres, & qui produit tous les phénomènes admirables que nous remarquons dans l'Univers. *La Nature*, dit Mr. de Fontenelle (a), n'est jamais  
fi

(a) Dans la Préface de l'*Hist. de l'Acad. Roy. des Scienc.*

*Si admirable, ni si admirée que quand elle est connue.* Ainsi l'ordre de l'Univers, les Loix que l'Etre Suprême a établies dans tout ce qu'il a créé & qu'il conserve, voilà proprement ce qu'on doit entendre par la *Nature*.

**D.** Ces Loix sont-elles invariables ?

**R.** Puisque le Monde subsiste tel qu'il étoit en sortant des mains du Créateur, il faut que ses mouvemens aient des loix invariables; & si l'on pouvoit imaginer un autre Monde que celui-ci, il auroit des règles constantes, ou il seroit détruit.

Nous voyons, par exemple, que le Soleil se lève & se couche chaque jour, & le tems où il se lève & où il se couche, est toujours déterminé pour chaque saison de l'année & pour chaque lieu de la Terre. Les Plantes de même espèce, en supposant les mêmes circonstances, sont produites & croissent de la même manière. Les effets mêmes, que nous regardons comme fortuits, & que nous attribuons au hazard, dépendent de quelques Loix fixes.

Ces Règles de la Nature sont un rapport constamment établi. Entre un corps mu & un autre corps mu, c'est suivant les rapports de la masse & de la vitesse que les mouvemens sont reçus, augmentés, diminués, perdus; *chaque diversité est uniformité, chaque changement est constance*, dit un homme illustre (a). Ainsi une Loi de la Nature est une Règle, suivant laquelle Dieu a voulu que certains mouvemens fussent toujours les mêmes dans les mêmes occasions.

**D. Com-**

(a) L'Auteur de *L'Esprit des Loix*.

**Définition de la Physique.** D. Comment définissez-vous donc la Physique?

R. La Physique est une des parties de la Philosophie, qui nous apprend à connoître l'ordre & les Loix de la Nature, les phénomènes qu'elle produit, l'origine des corps, leur formation, leur force, leur état, leurs variétés, les changemens qui leur arrivent, leurs propriétés, leurs usages, leur destination.

**Règles pour découvrir les Loix de la Nature.**

D. N'y a-t-il pas des Règles à suivre pour découvrir les Loix de la Nature?

R. Le célèbre Newton, & d'autres Philosophes après lui, en propose trois qui sont fondées sur cet Axiome: Que le Créateur gouverne l'Univers par des Loix que sa Sagesse lui a dictées, ou qui découlent de la nature même des choses.

**Trois Règles de Newton.**

D. Quelles sont ces trois Règles de Newton?

R. La première de ces Règles consiste à n'admettre, en Physique d'autres causes que celles qui sont vraies, & qui suffisent pour en expliquer les phénomènes. La seconde Règle est, que les effets naturels de même genre sont produits par les mêmes causes. La troisième Règle est, que les qualités qui ne sont pas susceptibles d'accroissement ou de diminution, & qui conviennent à tous les corps, sur lesquels on peut faire des expériences, doivent être regardées comme des propriétés de tous les corps en général.

**Ce que c'est que Phénomènes.**

D. Qu'entendez-vous par le mot *Phénomènes* dont vous parlez dans la première de ces Règles?

R. Ce mot vient du Grec, & signifie les apparences des choses. Ainsi par Phé-  
no-

phénomènes de la Nature on entend en Physique, tout ce qui tombe sous les sens; l'arrangement des corps entre eux, & leurs mouvemens, pourvu que ces mouvemens & cet arrangement ne dépendent pas immédiatement de l'action de quelque Etre intelligent.

D. En combien de parties divise-t-on la Physique. Division de la Physique.

R. On peut la diviser en quatre parties principales, savoir:

1. La Somatologie (a), qui traite de la nature commune, des propriétés, & des qualités de la matière, & de ses différentes combinaisons dans les corps naturels. Somatologie.

2. La Cosmologie ou Uranologie (b), qui traite de la nature, de la constitution des parties de l'Univers en général, & en particulier de notre Système solaire, savoir du Soleil, de la Lune, des Planètes, des Comètes, des Etoiles fixes. Cosmologie ou Uranologie.

3. L'Aréologie (c), qui traite de l'Air, de l'Atmosphère ou région de l'Air, & de tous les phénomènes qui y ont rapport, tels que sont les Vents, les Météores, &c. Aréologie.

4. La Géologie, ou doctrine générale de notre Globe, qui traite de sa nature, de sa forme, de ses parties, de ses productions, de ses divisions, des vicissitudes des saisons, & autres qualités semblables. Cette partie comprend la Terre ferme, les Eaux, l'Homme, les Animaux de toutes espèces, Géologie.

(a) Ce mot Grec signifie *Discours sur les Corps.*

(b) Cosmologie veut dire *Discours sur le Monde ou l'Univers*, & l'Uranologie *Discours sur le Ciel.*

(c) L'Aréologie signifie *Discours sur l'Air.*

ces, les Végétaux, les Minéraux, les Métaux, les Fossiles, les Pierres, les différentes couches ou lits de la Terre, & diverses autres substances qui se trouvent dans son sein.

Utilité de la Physique. *que.* D. La Physique peut-elle être d'une grande utilité?

R. Comme elle influe sur toutes les autres Sciences, il n'y a presque personne qui ne doive se faire un devoir d'en acquérir du moins quelque connoissance. L'un des plus grands-hommes de l'Antiquité l'a vantée comme une ressource pour l'esprit humain, comme une occupation dont on pouvoit tirer avantage dans tous les tems & dans toutes les circonstances de la vie (a).

Curiosité louable qu'elle excite. Quelque profession qu'on embrasse, on a chaque jour l'occasion de réfléchir sur la force des corps, sur le mouvement des fluides, sur les effets merveilleux de l'air & du feu, sur ceux du tonnerre, sur les phénomènes admirables de l'Aïman & des corps électriques, sur le flux & reflux de la Mer, sur l'arc-en-ciel, sur la variété des Animaux & des Végétaux, sur l'action & les effets d'une infinité de machines, touchant le choix desquelles on a souvent intérêt de savoir décider à propos. Est-il possible de voir une Montre, une Pendule, un Cadran, une Pompe, une Lanterne magique, un Violon, un Fusil, un Moulin, un Baromètre, un Thermomètre, des Lunettes, des Télescopes, des Microscopes sans désirer d'en

(a) *Hæc studia adolescentiam alunt, senectutem oblectant; secundas res ornant; adversis perfugium ac solatium præbent; delectant domi, non impediunt foris; pernoctant nobiscum, peregrinantur, rusticantur.* Cicero pro Archia Poeta.

d'en connoître la mécanique & les propriétés, sur lesquelles la construction de ces instrumens est fondée?

L'étude de la Physique est nécessaire aux Théologiens. C'est dans les merveilles de la Nature qu'ils doivent puiser la plus forte preuve de l'existence d'un Dieu. Plus on contemple l'Univers, plus on est convaincu que ce qu'il contient ne sauroit être l'effet du hazard. La beauté, la régularité, l'harmonie qui règne par tout, annoncent une puissance infinie qui étonne, une sagesse profonde qu'on ne peut assez admirer, un dessein, des intentions, une bonté qui méritent toute notre reconnoissance. Dans les tems d'ignorance les Théologiens n'ont souvent multiplié mal à propos les miracles, que pour n'avoir eu aucune connoissance de la Physique. Certains effets naturels qu'ils ne pouvoient comprendre, ils les attribuoient au Démon.

L'étude de la Physique est nécessaire aux Théologiens.

Pourquoi la Physique est nécessaire aux Juges.

La Physique s'allie très bien avec la Jurisprudence, elle devrait même toujours l'accompagner. Tel Juge a rendu de faux jugemens, pour avoir ignoré la cause de certains effets naturels, dont il auroit pu s'instruire. Galilée ne sortit de l'Inquisition en 1633, qu'après avoir abjuré l'opinion du mouvement de la Terre. Un habile Machiniste fut brûlé comme Magicien en 1664, par Arrêt du Parlement de Provence, pour avoir fait voir un Squelette qui jouoit de la guitarre. L'histoire est pleine d'exemples de malheureux qu'on a fait mourir pour sortilège.

Secours que la Médecine en tire.

La Médecine tire de la Physique des secours infinis, elle en est elle-même une des principales branches. L'Anatomie, la Chi-

rurgie, la Chimie, la Botanique, tout ce qui regarde la conservation de la vie appartient à la Physique. La connoissance de la Médecine dépend absolument de celle de la Mécanique. C'est ce qu'a très bien démontré l'un des plus grands Médecins de ce siècle (a).

Et la Navigation, & la Géographie.

La Navigation, Art si utile au Genre-humain, & cultivé aujourd'hui avec tant de soin en Europe, tient nécessairement à l'Astronomie; & jamais l'Astronomie, dit Mr. de Fontenelle (b), ne peut être poussée trop loin pour l'intérêt de la Navigation. L'Astronomie a un besoin indispensable de l'Optique à cause des Lunettes de longue vue, & l'une & l'autre, ainsi que toutes les parties des Mathématiques, sont fondées sur la Géométrie, & sur l'Algèbre même.

Utilité de la connoissance de la figure de la Terre.

La connoissance de la figure de la Terre est d'une utilité directe & pour la Géographie & pour la Navigation, comme l'a fait voir l'un des plus grands Mathématiciens de ce siècle (c). La figure d'un Sphéroïde applati, tel que Mr. Newton l'a établi, & celle d'un Sphéroïde allongé, tel que celui dont

(a) Mr. Boerhave dans cette belle Harangue qui a pour titre, de usu Raciocinii mechanici in Medicina. Omnia hæc, dit-il, in specimen allata, . . . an non evincunt satis, cuncta ferè, quæ vitam; sanitatemque nostram faciunt, vel sequuntur, pendere à motu illo, quo humores per vasa mutuâ planè moventur & agunt vicissim agitatione? Cujus effectus & leges, cum soli ritè intelligent, explicant, & demonstrent, in Pneumaticis, acque Hydraulicis, Mechanici, concludo cuncta ergo rursum disciplina subiecta Mechanica

(b) Préface de l'Académie Roy. des Scienc.

(c) Mr. de Maupertuis dans la Préface de ses *Elémens de Géographie*.



dont les dimensions sont déterminées dans le Livre de la Grandeur & Figure de la Terre, donnent les distances différentes pour les Lieux placés sur l'un & sur l'autre, aux mêmes Latitudes & Longitudes; & il est important pour les Navigateurs de ne pas croire naviger sur l'un de ces Sphéroïdes, lorsqu'ils sont sur l'autre. Pour des Lieux situés sous le même Parallèle, il y auroit de grandes erreurs, auxquelles il seroit difficile de remédier. Sur des routes de cent degrés en Longitude, on se tromperoit de plus de deux degrés, si navigeant sur le Sphéroïde de Mr. Newton, on se croyoit sur celui du Livre de la Grandeur & Figure de la Terre. Combien de Vaisseaux ont péri pour des erreurs moins considérables!

Le Navigateur est exposé à plusieurs autres erreurs dans ce qui regarde la direction de sa route & la vitesse de son Vaisseau, parmi lesquelles l'erreur qui naît de l'ignorance de la Figure de la Terre, se trouve confondue & cachée. Cependant, c'est toujours une source d'erreur de plus; & , s'il arrive quelque jour que les autres élémens de la Navigation soient perfectionnés, ce qui sera de plus important pour lui, sera la détermination exacte de la figure de la Terre.

L'utilité de la connoissance de la figure de la Terre pour l'Astronomie, réjaillit aussi sur la Géographie & la Navigation. Il y a, suivant l'Auteur que je viens de citer (a), un rapport nécessaire entre la figure de la Terre pour l'Astronomie, & la figure de la Terre & la parallaxe de la Lune.

(a) Voyez la Préface du Discours de Mr. de Maupertuis sur la Parallaxe de la Lune.

de la Terre & la Parallaxe de la Lune, qui sert à mesurer toutes les distances entre les Corps célestes de cet Univers, & qui est l'élément le plus important de l'Astronomie. Sans cette Parallaxe, jointe à la connoissance de la figure de la Terre, on ne sauroit déterminer exactement les Lieux de la Lune dans le Ciel, ni bien connoître ses mouvemens; & c'est sur la connoissance exacte des mouvemens de la Lune, qu'est fondé l'espérance la plus raisonnable des Longitudes sur Mer.

D'où dépend la perfection du Nivellement.

La perfection du Nivellement dépend aussi de la connoissance de la figure de la Terre. Il y a un tel enchaînement dans les Sciences, que les mêmes élémens qui servent à conduire un Vaisseau sur la Mer, servent à faire connoître le cours de la Lune, & à faire couler les Eaux dans les lieux où l'on en a besoin.

Connoissance importante de la Physique.

Une autre connoissance bien utile, & peut-être la plus importante de toute la Physique, c'est celle-ci. Le mouvement de la Terre autour de son axe, étant une fois posé, & la figure de la Terre bien déterminée, les expériences du Pendule feront connoître dans chaque Lieu, vers quel point de l'axe de la Terre tend la Gravité primitive, la Gravité telle qu'elle seroit si la Force centrifuge, qui naît du mouvement de la Terre, ne l'avoit point altérée. L'importance de cette connoissance consiste en ce qu'elle nous conduit à découvrir la nature de cette force, qui faisant agir toutes les Machines dont les hommes se servent, s'étend jusques dans les Cieux, pour y faire mouvoir la Terre & les Planètes, & semble être l'Agent universel de la Nature.

Un

Un Historien ne doit pas négliger l'étude de la Physique; il peut en tirer de grands avantages. Instruit des effets de la Nature, il n'aura garde de les faire passer pour des prodiges.

Cette Science n'est pas moins nécessaire aux Politiques, aux Critiques, aux Orateurs, aux Moralistes. Leurs Ouvrages en seront plus beaux, plus solides, toutes choses d'ailleurs égales, s'ils sont faits de mains de Géomètres. L'ordre, la netteté, la précision, l'exactitude, qui règnent dans les bons Livres depuis un certain tems, ont sans contredit leur première source dans cet esprit géométrique, qui se répand plus que jamais, & qui en quelque façon se communique de proche en proche à ceux mêmes qui ne connoissent pas la Géométrie.

La Physique a encore une infinité d'autres avantages. Elle nous garantit de la superstition, elle nous fait voir la vanité des présages, elle nous découvre l'abus des diverses espèces de divinations qui se sont pratiquées dans le monde. En nous délivrant des préjugés qui viennent de l'éducation ou du faux rapport de nos sens, elle nous apprend à suspendre à propos notre jugement. Le premier pas que l'on doit faire pour découvrir la vérité, c'est de commencer par douter, à l'exemple de Descartes.

La Physique mériterait d'être cultivée, n'eût-elle d'autre avantage que celui de servir d'amusement agréable à l'esprit. Si l'Histoire, dit Mr. de Fontenelle, fournit aux hommes un spectacle agréable de révolutions, d'affaires, de mœurs, de naissances, de chutes, de décadences d'Empires & de Royaumes; quels charmes n'a pas aussi l'étude

La physique  
que nécessaire  
faire aux  
Historiens.

Aux Politiques,  
aux Critiques,  
aux Orateurs,  
aux Moralistes.

Divers  
avantages  
de la Physique.

Amusement  
qu'elle  
fournit à  
l'esprit.

de d'une Science infiniment plus variée, infiniment plus curieuse, que toutes les histoires des diverses opinions, des coutumes des différens Peuples!

Occupations agréables d'un Physicien.

La nuit envelopée de ténèbres & d'horreur pour les autres hommes, est une occupation des plus douces pour le-Physicien. Un Ciel brillant d'Etoiles le rend attentif à en considérer jusqu'au moindre mouvement. Les Eclipses, les Phases diverses, attirent toute son attention, toute son admiration. Il en prédit le jour, l'heure, le moment, la minute, même la seconde. Vous diriez que le Ciel attentif à ses connoissances, à ses lumières, attend, pour ainsi dire, les ordres du Physicien, pour faire paroître à nos yeux tant de merveilles. La pluie succède-t-elle au tems serein, la tempête au calme; la recherche des causes, qui produisent tous ces effets divers; lui procurent toujours un nouveau plaisir.

A la lumière de cette Science le Physicien pénètre jusques dans le sein de la Terre, pour y voir opérer la Nature dans la conformation des différens corps qui s'engendrent dans ses entrailles. Là il voit des feux s'allumer, creuser des abîmes, ébranler la terre jusques dans ses fondemens, lancer jusqu'aux Cieux des torrens de flammes, des fleuves de feu, des rochers fondus, des cendres brulantes, & répandre par-tout l'épouvante & l'effroi. Ici il découvre les routes cachées que suivent les vapeurs sur les montagnes, pour y faire sourdre les Fontaines, les Rivières & les Fleuves. Là il contemple de quelle manière la sève secondée du ressort de l'air intérieur, monte dans les Plantes, circule dans leurs fibres & leurs

leurs trachées, les charge de feuilles, de fleurs & de fruits.

Il examine ensuite comment du sein de la Terre & de la Mer, il peut sortir cette quantité prodigieuse de vapeurs & d'exhalaisons, pour former les nuages, & dans les nuages le tonnerre & la foudre. Il la suit par tout, il la voit se former, s'allumer, & produire ses épouvantables effets accompagnés d'un bruit effroyable. Il la voit cette foudre s'élancer dans les airs, voltiger au gré des vents, fendre & déraciner les arbres, renverser les tours & les clochers, fondre les métaux, & produire une infinité d'autres prodiges aussi curieux qu'épouvantables.

Le flux & reflux de la Mer est pour le Physicien un objet digne de sa curiosité. Il admire dans le silence ce phénomène, qui, quoiqu'aussi ancien que le Monde, ne laisse pas d'être toujours assez nouveau pour les Philosophes, même les plus consommés dans l'étude de la Nature. Il pénètre avec les Plongeurs jusqu'au fond des abîmes pour y contempler l'origine d'une infinité de curiosités qui se rencontrent dans le Monde aquatique. Revenu à lui-même, il prend son effort jusques dans les plus hautes régions de l'air; & ravi des propriétés admirables de cet élément, il se transporte jusques dans les Planètes. Leur grandeur, leur distance merveilleuse, leurs phases, leurs taches, font tour à tour l'objet de ses recherches & de son étude particulière.

Tels sont les charmes de la Physique, tels sont les plaisirs qu'elle procure à l'esprit, <sup>Beau spectacle qu'elle</sup> plaisirs doux, qui ne sont jamais mêlés de <sup>le présent</sup> chagrins, <sup>te.</sup> qui se renouvellent cha-

que jour, qui se multiplient à l'infini, parce que la source où on les puise, est une source inépuisable. „ Quand l'Astronomie, „ dit Mr. de Fontenelle, ne seroit pas aussi „ absolument nécessaire qu'elle l'est pour „ la Géographie, pour la Navigation, & „ même pour le Culte Divin, elle seroit „ infiniment digne de la curiosité de tous „ les esprits par le grand & superbe spectacle qu'elle leur présente. Il y a dans „ certaines mines très profondes des mal- „ heureux qui y sont nés, & qui y mour- „ ront sans avoir jamais vu le Soleil. Tel- „ le est à peu près la condition de ceux „ qui ignorent la nature, l'ordre, le cours „ de ces grands Globes qui roulent sur „ leurs têtes, à qui les plus grandes beau- „ tés du Ciel sont inconnues, & qui n'ont „ point assez de lumières pour jouir de „ l'Univers. Ce sont les travaux des As- „ tronomes, qui nous donnent des yeux, & „ nous dévoilent la prodigieuse magnificen- „ ce de ce Monde presque uniquement ha- „ bité par des aveugles.

Si l'on  
peut con-  
noître le  
mécanif-  
me de l'U-  
nivers.

D. Peut-on se flatter de pouvoir un jour connoître la Nature à fond, les premiers élémens des Corps, leurs principes, le mécanisme admirable de leurs parties?

R. Tout cela est caché aux hommes, ils ne le connoîtront jamais, c'est pour eux un secret impénétrable. Quel est le Philosophe qui peut lever le voile qui couvre les desseins du Créateur, & les ressorts qu'il fait agir pour produire les effets qui se montrent à nos yeux? La Physique peut bien nous faire voir l'ordre admirable qui règne dans cette petite partie de l'Univers que nous voyons, comment tout est lié,

com.

comment tout se soutient ; mais le reste est un mystère qui se dérobe à notre intelligence ainsi qu'à nos sens.

Mais quoique nous ne puissions pas espérer de parvenir à une parfaite connoissance de la Nature , cela ne doit pas nous rebuter. On y découvre tous les jours une infinité de choses curieuses & utiles au progrès des Sciences & des Arts , où l'on ne peut atteindre à un certain degré de perfection sans l'étude de la Nature. „ Amas-  
„ sons toujours , dit l'Auteur que je viens  
„ de citer (a) , des vérités de Mathématiques & de Physique , au hazard de ce  
„ qui en arrivera , ce n'est pas risquer beaucoup. Il est certain qu'elles seront puis-  
„ sées dans un fonds d'où il en est sorti un  
„ grand nombre qui se sont trouvées utiles. Nous pouvons présumer avec rai-  
„ son que de ce même fonds nous en tirerons plusieurs , brillantes dès leur naissance , d'une utilité sensible & incontestable. Il y en aura d'autres qui attendront quelque tems qu'une fine méditation ou un heureux hazard découvre leur usage. Il y en aura qui , prises séparément , seront stériles , & ne cesseront de  
„ l'être que quand on s'avisera de les rapprocher. Enfin , au pis aller , il y en aura qui seront éternellement inutiles.

D. Les Anciens ont-ils fait de grands progrès dans l'étude de la Physique ? Pourquoi les Anciens

R. Rien de plus imparfait que leur Physique. Ils ne connoissoient presque pas la Néanmoins

(a) Mr. de Fontenelle , Préface de l'Histoire de l'Acad. Roy. des Scienc. connoissance imparfaite de la Physique.

Nature, parce qu'ils ne l'examinèrent pas assez; ils ne faisoient point d'expériences, ils manquoient d'instrumens pour en faire. Pendant plus de deux mille ans cette Science n'a été presque autre chose qu'un vain assemblage de Systèmes, qui se succédoient les uns aux autres & se détruisoient réciproquement.

*D.* Ne sommes-nous donc redevables aux Anciens d'aucune découverte importante?

*R.* Oui sans doute; mais ces découvertes ne sont point à comparer avec celles qu'on a faites en Europe dans les derniers siècles, & sur-tout depuis le renouvellement des Sciences.

*D.* Quelle est l'histoire de ces découvertes?

*R.* Voici quelques faits dignes d'être remarqués, à l'aide desquels on pourra s'en former une légère idée.

Il y a lieu de croire que la Géographie & l'Astronomie sont les deux parties de la Physique que les Anciens ont cultivées les premières. Dans les voyages que firent les premiers Hommes ils n'alloient d'un lieu à un autre, que par la connoissance que les gens de chaque païs leur donnoient des chemins qu'ils devoient suivre. Ces chemins leur étoient désignés par des objets fixes, comme des arbres, des rivières, des montagnes.

Origine de la Ligne méridienne

Les besoins des Hommes leur firent bientôt trouver d'autres moyens pour se conduire dans des voyages plus longs. Ayant observé que pendant que presque toutes les Etoiles tournoient autour d'eux, quelques-unes demeuroient toujours dans la

mê-



même situation , ils en conclurent qu'ils pouvoient leur servir de termes immobiles. Ils s'apperçurent que tous les jours à midi , le Soleil , dans sa plus grande élévation , se trouvoit à l'opposite du lieu qui répondoit à ces Etoiles ; & ce fut là vraisemblablement l'origine de la Ligne Méridienne. Dès qu'ils eurent la première ébauche de cette Ligne , ce fut une règle fixe qui put les conduire dans leurs voyages. Il suffisoit de savoir que , pour aller dans un tel païs , il falloit suivre cette Ligne , en allant vers le Soleil , ou vers le côté opposé ; que , pour aller dans tel ou tel autre , il falloit une route qui coupât cette Ligne avec telle ou telle obliquité.

Dans ces premiers tems les Hommes touchés du double service que leur rendoit la Lune , en éclairant la nuit & en réglant toute la Société , consacrerent l'usage qu'ils faisoient de ses Phases par une fête qu'ils célébroient à chacun de ses renouvellemens , & qu'ils nommoient la Néomé-  
Astronomie des premiers tems. La Néomé-  
 nie. Sans examiner les différentes Constellations sous lesquelles la Lune se trouvoit successivement placée dans la durée de son cours , on se contentoit d'en déterminer les progrès par la diversité de ses apparences ; & , au-lieu d'employer le Calcul , comme on a fait depuis , pour marquer le moment précis où elle atteint de nouveau le Soleil , sous lequel elle avoit passé 29 jours auparavant , l'Astronomie d'alors s'en tenoit au simple rapport des yeux , & l'on comptoit la Nouvelle Lune , du jour qu'on la pouvoit apercevoir. C'est pour la découvrir librement qu'on s'assembloit sur des

lieux élevés ou déserts, & éloignés des habitations des hommes, afin que rien ne fût obstacle & ne bornât la vue de l'Horizon. Quand le Croissant avoit été vu, on célébroit la Néoménie, ou le Sacrifice du Nouveau Mois.

Comment on fixa le commencement & la fin de l'Année.

Après l'introduction des Néoménies par l'observation de la première Phase de la Lune, on s'appliqua à fixer le commencement & la fin de l'année. Douze Lunaïsons consécutives, c'est-à-dire, douze révolutions de la Lune tour à tour écartée & rapprochée du Soleil, ne suffisoient pas pour égaler la durée entière d'une année; & la durée de treize Lunaïsons excédoit celle de l'année; car douze fois 29 jours ne font que 348, & treize fois 29 font 377 jours: au-lieu que l'année n'en contient que 365 & quelques heures.

Découverte d'une nouvelle manière de mesurer le Temps.

Pour avoir douze portions d'année parfaitement égales, ou douze mois qui fussent exactement équivalens à l'année même, on partagea la route du Soleil en douze égales portions ou amas d'Etoiles, qu'on nomme Astérismes ou Constellations, & qu'on appella les Stations ou les Maisons du Soleil, & on en assigna trois à chaque Saison. Par une invention particulière, dont on fait honneur aux premiers habitans de Chaldée, qui sont les pères de l'Astronomie, les Observateurs s'assurèrent de la grande route annuelle que le Soleil suit fidèlement dans les Cieux, & de l'égalité des espaces qu'occupent les douze amas d'Etoiles qui bornent cette route. De cette manière le Genre humain acquit une nouvelle manière de mesurer le temps. Il fa-  
voit déjà sans effort & sans précaution ré-  
gler

gler l'ordre des affaires courantes par la seule vue des Phases de la Lune. Avec la connoissance du Zodiaque il aqut une juste connoissance de l'année. Douze mots appliqués à douze parties du Ciel, qui rouloient toutes les nuits sous ses yeux, étoit une Science aussi commode & aussi avantageuse pour lui que facile à aquerir.

On prétend que l'Astronomie donna naissance à la Peinture; & qu'ensuite l'une & l'autre concoururent à faire trouver l'art d'écrire. Origine de la Peinture & de l'Art d'écrire. Huit des figures du Zodiaque ont effectivement un rapport si évident avec les Animaux ou les objets dont elles portent le nom, qu'on ne peut guère douter qu'elles n'en soient la peinture. Par exemple, la première A est un crayon des Cornes du Bélier; la seconde B est le devant d'une Tête de Bœuf; la troisième C est la réunion de deux Têtes de Chévreaux, &c. Cette Ecriture symbolique est le premier fruit de l'Astronomie.

Les besoins du Commerce, des transports, & de la Navigation firent ensuite découvrir dans le Ciel la situation & les mouvemens des deux Ourfes. Les Navigateurs s'appliquèrent sur-tout à observer la dernière Etoile de la petite Ourse, parce qu'étant très peu éloignée du Pole, ou du point sur lequel tout le Ciel paroît tourner, elle décrit à l'entour un Cercle si petit, qu'il est presque insensible, en sorte qu'on la voit toujours vers le même point du Ciel. On la nomme pour cette raison l'Etoile Polaire. La connoissance de cette Etoile rendit la Navigation plus hardie & plus heureuse. Thalès de Milet, qui avoit appris des Phéniiciens l'important usage de cette observation, Les besoins de la Navigation font découvrir les mouvemens des deux Ourfes.

tion , la communiqua aux Grecs d'Ionie, & par eux à toute la Grèce, près de 600 ans avant J. C.

Thalès  
prédit les  
Eclipses.

Thalès détermina ensuite toute la suite des Etoiles sous lesquelles le Soleil se trouve successivement porté dans la durée d'un an; & après avoir épié toutes les différentes marches de la Lune , il parvint à prédire les Eclipses, dont la connoissance est d'une si grande utilité pour la Géographie.

Avantages  
de l'obser-  
vation des  
Etoiles.

Un autre avantage qu'on tira de l'observation des Eclipses de Lune, fut de s'assurer de la rondeur de la Terre, assez peu connue auparavant. Les Orientaux donnoient à la Terre le nom de Table, parce que c'étoit un préjugé universel que la Terre étoit une surface plate, terminée par un abîme d'eau. Les Poètes aidèrent ce préjugé, en parlant toujours du lever & du coucher des Astres, comme s'ils sortoient le matin du fond de l'Océan, & qu'ils s'y allassent rafraichir le soir.

L'Ecole  
Ionienne  
reconnoît  
la rondeur  
de la Ter-  
re.

L'Ecole Ionienne renonça à ces préjugés. Jugeant de la figure de la Terre par la figure de l'Ombre terrestre, qui échan- croit peu à peu le disque de la Lune, elle ne put douter de la rondeur de la Terre. Anaximandre & les autres successeurs de Thalès, persévérans dans ce genre d'étude si sensé & si utile, osèrent donner la description, la figure, les distances, & les rapports des païs connus. Depuis ce tems - là l'émulation, le goût des Sciences, les Mathématiques, le Commerce, la Marine marchèrent d'un pas égal, & allèrent toujours en augmentant parmi les Grecs.

Alexandre

Alexandre le Grand donna une forme

BOUT

nouvelle aux Sciences. Ce Prince, plein le Grand  
des grandes idées que son Maître Aristote donne une  
lui avoit inspirées, avoit avec lui dans ses forme nou-  
expéditions, des Savans qui étoient chargés velle aux  
de recueillir les distances des lieux, les par Sciences.  
ticularités de l'Histoire Naturelle, & tou-  
tes les observations faites par les Peuples  
dont il parcouroit les Provinces. L'Astro-  
nomie, la Géographie & l'Histoire y gagnè-  
rent beaucoup.

Des Successeurs d'Alexandre, il n'y en a Alexandrie  
point qui aient rendu plus de service à devient  
l'Astronomie, que les Lagides. Les Pto- l'Ecole de  
lomées ne jugeant rien de plus digne de l'Astrono-  
leurs libéralités, que les travaux de l'Astro- nomie.  
nomie, Alexandrie leur Capitale devint  
l'Ecole de cette Science. Conon, Aristide,  
Timocharis, & bien d'autres s'y distinguè-  
rent, & firent des observations utiles à la  
Navigation. Erastotène, Garde de la Bi-  
bliothèque d'Alexandrie, sous le règne de  
Ptolomée Evergète, entreprit de calculer  
le nombre de Stades, ou mesures de 125  
pas à 5 pieds le pas, qui pouvoient entrer  
dans le circuit de notre Globe; & il eut la  
gloire d'approcher de la vérité. Hippar-  
que, grand Observateur de la même Ecole,  
distingua mille vingt-deux Étoiles, & les  
appella chacune par leurs noms.

Les Gaulois ne négligeoient pas l'étude L'étude de  
de la Nature. Leurs Druïdes, ou leurs Pré-la Nature  
tres, en avoient au moins des connoissances cultivée  
usuelles, qu'ils communiquoient de vive par les  
voix & sans écriture à leurs Disciples. Ils Gaulois.  
leur enseignoient l'Astronomie, la Géogra-  
phie, la Physique (a). Les

(a) C'est ce qu'on peut conjecturer de ce pas-  
sage

Et sur-tout par les habitants de Marseille. Les habitans de Marseille étant depuis longtems dans la possession d'un Commerce très florissant, & voulant s'étendre sur l'Océan, comme sur la Méditerranée, animèrent par des récompenses les observations astronomiques qui pouvoient aider leur navigation.

Gnomon élevé dans Marseille par Pythéas.

Dès le tems d'Alexandre, Pythéas avoit élevé dans Marseille un Gnomon, & mesurant le jour du Solstice d'Eté, la longueur de l'Ombre, puis la comparant avec la hauteur du Gnomon, il détermina combien il s'en falloit que le Soleil ne fût immédiatement au Zénith au-dessus de Marseille, & par conséquent de combien Marseille étoit éloigné du Tropique & de l'Equateur. Il trouva que le jour du Solstice, la longueur de l'Ombre d'un Stile est à la hauteur du Stile même, comme 41 est à 120; proportion que Gassendi retrouva la même à Marseille en 1636, c'est-à-dire plus de deux mille ans après la première observation.

La Physique peu cultivée par les Romains.

La Physique & l'Astronomie ne trouvèrent parmi les Romains qu'un petit nombre de Partisans. Le besoin plutôt que le goût rendit Scipion, Pompée, & Jules-César, favorables à ces belles Sciences.

Scipion l'Africain employa longtems Polybe à parcourir les Côtes de la Méditerranée

sage des Commentaires de César. *In primis hoc volunt persuadere: non interire animas, sed ab aliis post mortem transire ad alios, atque hoc maxime ad virtutem excitari putans, metu mortis neglecto. Multa præterea de Sideribus, atque eorum motu, de Mundi ac Terrarum magnitudine, de Rerum naturâ, de Deorum immortalium vi ac potestate disputant, & Juventuti tradunt. Cesar de Bello Gallico, Lib. VI.*

année pour lui en dresser des mémoires exacts. Pompée étoit en commerce de Lettres avec l'Astronome Possidonius.

César étoit un des plus savans Géographes de son siècle. On le voit passer dans la Grande-Bretagne avec des Horloges à eau pour avoir une mesure uniforme, & propre à lui faire exactement connoître la différence de la longueur des nuits dans la Bretagne & dans la Gaule. Il trouva les premières plus courtes vers le Solstice. Au milieu de ses expéditions militaires il accorda toujours quelques momens de reserve à l'observation du cours des Etoiles, aux différens aspects du Ciel, & à la connoissance des choses célestes. Personne n'ignore le soin qu'il prit pour rendre la manière de compter l'année, plus conforme à la juste durée de la course annuelle du Soleil. C'est pour cette raison que les années mesurées selon son calcul, se nomment années Juliennes.

L'Empereur Auguste facilita l'étude des différentes élévations du Soleil, par le moyen de l'Ombre d'un Obélisque de cent onze pieds qu'il fit élever dans le Champ de Mars; & il fit mettre dans un Portique bâti à cette intention, l'état des longueurs de toutes les Côtes & de tous les Chemins de l'Empire, dressé sur les mémoires de son Gendre Agrippa.

Pline le Naturaliste, dégouté de la Philosophie de l'Ecole, recueillit avec soin tout ce qu'il put apprendre sur les différens sujets qui ont raport à la Physique. Tout ce qu'on peut lui reprocher, c'est d'avoir reçu avec trop de facilité ce qu'on lui apprenoit.

Clau.

Observations faites par Jules César.

Ce que la Physique doit à l'Empereur Auguste.

Et à Pline le Naturaliste.

**L'Almageste de Ptolomée.** Claude Ptolomée, Disciple de l'Ecole d'Alexandrie, se fit une réputation immortelle par son excellent Livre de la grande construction des Planètes & des Etoiles, que nous appellons aussi l'Almageste, d'après la traduction que les Arabes en répandirent par-tout dans le huitième siècle. Il prétendoit que la Terre occupoit le Centre du Monde, & qu'il y avoit autant de Cieux concentriques que de Planètes. C'est une erreur. Mais c'est beaucoup d'avoir trouvé, comme il fit, des Instrumens mathématiques d'un usage sûr, & d'avoir mis les Observateurs en état de rendre une raison vraisemblable des mouvemens du Soleil & de la Lune, de prédire les Eclipses, & de perfectionner la Géographie par des règles certaines.

**Invention des Globes & de la Sphère à jour.** On ne fait pas au juste qui est l'inventeur des Globes, qui représentent l'un le Ciel, l'autre la Terre, ni celui à qui nous sommes redevables de la Sphère à jour, composée de Cercles propres à exprimer les mouvemens apparens des Corps célestes. Ces inventions très informes dans leurs commencemens se perfectionnèrent peu à peu.

**Hipparque, Archimède, Possidonius, Ptolomée.** Hipparque & Archimède de Syracuse, environ 200 ans avant J. C; Possidonius un peu plus de 50 ans avant la même époque, & Ptolomée environ 140 ans après, sont ceux qui ont le plus contribué par le secours de la Géométrie & des observations, à rendre le service des Sphères sûr & fidèle, en le rendant conforme aux aspects du Ciel & aux mouvemens des Astres.

**Les Beaux-Arts négligés.** Depuis le tems de Plin & de Ptolomée, la Cosmographie & l'étude de la Nature, bien



bien loin de faire de nouveaux progrès, <sup>gés repré-</sup> s'affoiblirent peu à peu, & demeurèrent to- <sup>nent cou-</sup> talement négligés. Les beaux Arts & les <sup>rage sous</sup> Belles-Lettres, l'Eloquence & l'étude de <sup>Charlema-</sup> la Nature, reprirent courage par les soins gne. de Charlemagne & de ses Successeurs; mais ils retombèrent ensuite dans un état pire que celui où la barbarie des Goths & des autres Nations du Nord les avoient déjà réduits.

Vers le moyen âge un savoir faux, & en <sup>Des Scien-</sup> un sens pire que l'ignorance, vint ruiner le <sup>ces poin-</sup> fruit des meilleurs établissemens. On né- <sup>tilleuses</sup> gligea tout, pour ne s'exercer que sur la <sup>font né-</sup> Philosophie d'Aristote, dont on mit même <sup>gliger la</sup> à l'écart tout ce qui a raport au Ciel, à la <sup>Physique.</sup> connoissance de notre Globe, à l'Histoire Naturelle, à la Société: on se livra éperdûment à sa Logique & à sa Métaphysique, Sciences pointilleuses, pour lesquelles il ne falloit ni recherches, ni épreuves, ni correspondances, ni livres, ni instrumens, ni calcul, ni embarras.

Les Savans de ce tems-là parloient de tout, parce qu'ils trouvoient tout dans leur tête. Ils n'avoient du goût que pour les subterfuges, les subtilités, les questions épineuses & les plus inaccessibles. Attachés à leur sens, ils étoient toujours en armes contre les talens d'autrui. C'étoient des hommes féroces, décisifs, persécuteurs, peu traitables; des Discoureurs oisifs, universellement ineptes, hors de la dispute. Ces nouveaux Maîtres honorèrent les Ecoles dont ils se mirent en possession. Ils introduisirent par-tout un savoir sombre & rechiné, qui n'avoit raport à rien de ce qui doit occuper les hommes, & qui ne prêtoit secours

secours à aucun des états de la vie. Leur Philosophie toute intellectuelle étoit d'autant plus opposée à l'avancement de la Physique & des découvertes, qu'au-lieu de régler ses idées sur l'expérience & sur l'inspection perpétuelle de la Nature, elle jugeoit de tout par les idées d'Aristote, ou de quelque autre Maître aussi peu sûr, quoique plus moderne.

Philosophe de Roger Bacon. Tandis qu'on enseignoit par-tout cette Philosophie, parut Roger Bacon, Cordelier Anglois, mort à Oxford en 1284. Il connut le premier la force du Soufre & du Feu environnés de Salpêtre ou de Tartre; ce qui a donné lieu à l'usage de la Poudre à canon & à la perfection de l'Artillerie. Il a eu des premiers quelque connoissance juste des effets de la lumière transmise au-delà d'un Verre lenticulaire, ou réfléchi sur une surface polie, soit plane, soit concave. Toute sa Philosophie consistoit à observer la Nature & à la mettre en œuvre, à l'aide des Mathématiques. Il étoit dans le bon chemin, & invitoit tout le monde à le prendre; mais ses Supérieurs, ses Maîtres, & ses Confrères traitèrent de dangereuses nouveautés ce qu'ils n'avoient point appris eux-mêmes. Il n'y avoit que traitement fâcheux pour quiconque osoit abandonner Aristote. Les Universités ont hérité jusques dans le dernier siècle à en venir enfin aux connoissances fondées sur l'expérience, & justifiées par la pratique.

Invention de la Boussole.

On ne sait à qui l'on doit attribuer l'invention de la Boussole. Les Italiens prétendent qu'elle est due à Flavio Gioia, qui en 1302 construisit à Melphi au Royaume de

de Naples, la première Bouffole qui ait paru. Mais les François soutiennent qu'on trouve chez eux dès le douzième siècle l'usage de l'Aiguille aimantée pour régler la Navigation. Les Anglois s'attribuent finon le découverte même, au moins l'honneur de l'avoir perfectionnée, par la façon de suspendre la boîte où est l'Aiguille aimantée. Quelques-uns en font honneur aux Chinois.

C'est de l'invention de la Bouffole; Renouvellement de la Physique. conduite au point où elle arriva au quatorzième siècle, qu'on peut dater le renouvellement de la Géographie, du Commerce, de l'Histoire naturelle, & de la véritable Physique. Mais si la Physique a si bien servi le Commerce, le Commerce à son tour a totalement changé la face de la Physique & de toutes les Sciences, puisqu'en apportant dans chaque païs les productions de tous les autres, il a tourné peu à peu les esprits du bon côté. Les premiers Physiciens que le Commerce a formés sont les Navigateurs & les Droguistes. Les Navigateurs, dont la multitude augmentoit tous les jours, devinrent par nécessité Mathématiciens & Astronomes; & par une suite infaillible il se forma par-tout des Astronomes & des Mathématiciens, qui travailloient principalement pour le secours de la Navigation.

Sur la fin du quinzième siècle, Purbach, Progrès qu'elle fait. Professeur de Philosophie à Vienne en Autriche, traduisit la grande Construction de Claude Ptolémée. Son Disciple George Muller, surnommé Royaumeont, composa des Ephémérides. Stoesler, autre Allemand, enseigna très bien à construire l'Astrolabe.

trolabe. Les travaux astronomiques de Ticho-Brahé sont la gloire du Danemarc. En France, Oronce Finé, Lecteur Royal, animé par les gratifications de François I, & secondé par les relations qui commençoient à venir des Indes & du Nouveau Monde, dressa des Cartes géographiques, construisit des Globes d'un plus ample détail, inventa de nouveaux instrumens pour aider le travail, tant des Matelots que des Observateurs, & forma des Mathématiciens sans nombre. Appliquant l'Astronomie à l'Horlogerie, il osa le premier produire une Pendule astronomique, que l'on conserve à Ste. Geneviève, où tout marchoit selon les idées de Ptolomée.

Depuis ce tems-là l'étude de la Géographie & des Globes; celle des Vents, des Marées & de la Lune; celle du Ciel & de tous ses mouvemens; celle du Compas & de tous ses usages; celle des Nombres & des Mécaniques, prirent faveur par-tout & trouvèrent des récompenses.

Les Droguistes n'ont pas peu contribué à l'avancement de la Science expérimentale. En mettant en ordre les productions étrangères, ils ont, pour ainsi dire, rapproché sous nos yeux les particularités de toute la Terre habitable. Ces riches collections des ouvrages de la Nature ouvrirent de nouveaux trésors à la Pharmacie, à la Teinture, à l'Orfèvrerie, à la Peinture, à la Chymie, à tous les Arts, à toutes les Sciences.

On se lassâ dès-lors des disputes stériles, & des opinions que l'inspection de la Nature démentoit de jour en jour. Peu à peu on en est venu à la sage pratique de  
cher-

chercher la vérité, non dans l'autorité d'un Philosophe, mais dans l'expérience & à l'aide de la main ou des yeux. L'étude des productions de la Nature, ou des usages qu'on en peut faire, travail qui passoit autrefois pour une perte de tems, ou pour une occupation d'Artisans, est aujourd'hui la seule Philosophie qui paroisse estimable.

Les expériences les plus fécondes en beaux effets, celles qui répandent le plus de lumière sur toutes les parties de la Physique, sont celles que l'on fait à l'aide du Télescope, de la Machine Pneumatique, & du Microscope.

On est redevable de l'invention du Télescope aux Hollandois. Il n'avoit point d'autre nom, lorsqu'il parut, que celui de Lunette de Hollande. Les enfans d'un Lunetier de Middelbourg, en se jouant dans la boutique de leur père, donnèrent lieu à cette découverte. D'autres Ouvriers de la même Ville, l'un nommé Zacharie Jansen, l'autre Jaques Métius, s'en approprièrent tout l'honneur par la nouvelle forme qu'ils donnèrent à l'instrument.

On prétend que sur l'idée que le simple récit en donna à Galilée, Astronome du Grand-Duc de Toscane, il fabriqua de grands Verres, & les mit en œuvre dans de longs tuyaux d'Orgue, avec lesquels il vit un nouveau Ciel, un Soleil tout différent de celui qu'on avoit vu jusqu'alors. Il ne tarda pas à donner au Public des nouvelles des ces Régions étoilées, que la Lunette lui rendoit accessibles. Ses découvertes commencèrent à mettre en crédit le Systême de Copernic, qui établit le mouvement de la Terre & celui des autres Pla-

nètes autour du Soleil, comme autour de leur centre commun, tandis que le Ciel & les Etoiles sont dans une immobilité parfaite à notre égard.

**Les Pères de la Physique moderne.** Galilée, Torricelli son Disciple, Pascal, Boyle, & un petit nombre d'autres, doivent être regardés comme les Pères de la Physique moderne. Toutes les Mécaniques, l'Astronomie & la Physique en général, ont tiré de grands secours des tentatives de Galilée sur le mouvement, & de celles de Torricelli sur l'air. L'une des plus belles découvertes de Galilée, est l'accélération régulière des corps graves dans leur chute. L'expérience qui fait la gloire de Torricelli, est l'élévation des liqueurs dans les tuyaux vuides d'air. Le célèbre Pascal perfectionna les expériences de Torricelli, & donna à ses conjectures un air de démonstration.

**Invention du Baromètre.** C'est sur ces observations mises en règle qu'on forma le Baromètre. Drebbel, Hollandois, passe pour avoir eu au commencement du 17 siècle la première idée d'un autre Instrument, qui pour l'ordinaire sert de Pendant au Baromètre, & qui se nomme Thermomètre, parce qu'il mesure les degrés de la chaleur, comme l'autre mesure les degrés du poids, ou du ressort de l'air.

**La Machine Pneumatique.** Une autre Machine destinée à démontrer les ressorts de l'air, & à nous faire connoître les rapports de cet élément avec tout ce qui respire ou végète, c'est la Machine Pneumatique, Instrument admirable inventé en Allemagne vers le milieu du 17 siècle par Othon de Guericke, Consul de Magdebourg, & perfectionné en Angleterre

terre par le Chevalier Robert Boyle.

L'invention du Microscope est due, à ce <sup>Le Micro-</sup> qu'on croit, aux Hollandois. Hooke en <sup>cope.</sup> Angleterre, Salvéti & Malpighi en Italie, Leeuwenhoek en Hollande, & Joblot en France, se sont fort appliqués à perfectionner, tant les Lentilles que la manière de les monter, & nous ont communiqué mille observations également curieuses & importantes.

Quoique Galilée, Torricelli, Pascal, & <sup>Obligation</sup> Boyle, nous aient frayé le chemin de la <sup>qu'on a a</sup> vérité, en nous invitant au travail des ex- <sup>Descartes.</sup> périences, Descartes par la hardiesse & par le bruit que sa Physique a fait dans le monde, est peut-être celui de tous les Philosophes du dernier siècle à qui nous avons le plus d'obligation. Jusqu'à lui l'étude de la Nature demeura comme engourdie par l'usage universel où étoient les Ecoles de s'en tenir en tout aux idées d'Aristote, & de décider les questions par son autorité. Toute la Philosophie n'étoit alors qu'un galimatias d'entités, de formes substantielles, de qualités attractives, répulsives, rétentrices, concoctrices, expultrices, & autres non moins déplaissantes ni moins obscures.

Descartes naturellement plein de génie <sup>Sa Philoso-</sup> & de pénétration sentit le vuide & le ridicule de cette Philosophie. Il avoit pris goût de bonne heure à la méthode des Géomètres, qui d'une vérité incontestable ou d'un point accordé, conduisent l'esprit à quelque autre vérité inconnue, puis de celle-là à une autre, & à une autre encore, en allant toujours en avant, ce qui avec la conviction procure souvent une satisfaction parfaite. Il porta cet esprit de Géomé-

trie & d'invention dans la Dioptrique, qui devint entre ses mains un art tout nouveau ; & il lui est plus glorieux d'avoir surpassé en ce genre le travail de tous les siècles précédens, qu'il ne l'est aux Modernes d'aller plus loin que lui. La Géométrie étoit un Guide qui devoit le conduire sûrement dans sa Physique. Cependant il abandonna ce Guide, & se livra à l'esprit de Système. Alors sa Philosophie ne fut plus qu'un Roman ingénieux. Renfermé tout entier dans des idées intellectuelles, qui n'avoient aucune réalité, il alla avec beaucoup d'esprit, de méprise en méprise. Avec une matière prétendue homogène, mise & entretenue en mouvement, selon deux ou trois règles de Mécanique, il entreprit d'expliquer la formation de l'Univers. Il inventa de nouveaux élémens, fit l'Homme à sa mode, & poussa ses erreurs métaphysiques, jusqu'à prétendre que deux & deux ne font quatre, que parce que Dieu l'a voulu ainsi. C'est cependant à ce Grand-homme que nous sommes redevables de ce que nous savons de bonne Philosophie.

Académies  
établies  
pour les  
Sciences &  
les Arts.

Rien n'a plus contribué au progrès de la Physique que ces Compagnies de Savans en tout genre, dont les Actes sont presque autant d'expériences annuelles. En 1663 Charles II, Roi d'Angleterre, donna un Logement, des Fonds, des Réglemens, à la Société Royale de Londres. L'Académie Royale des Sciences de Paris fut fondée en 1666 par les bienfaits de Louis XIV. A l'exemple de ces deux Compagnies se sont successivement formées les Académies de Florence & de Boulogne, celles de Montpellier & de Bordeaux, celles de Leipsic & de Berlin, celles de Péters-



Pétersbourg & de Séville; & il s'en forme tous les jours de nouvelles en divers endroits de l'Europe. Les Membres de ces Compagnies vont de tentatives en tentatives, & ne cessent de nous livrer de nouveaux faits, & des vérités ci-devant peu connues.

Par-là les Sciences, autrefois indolentes & rêveuses, sont devenues aussi agissantes & aussi étroitement liées à nos besoins, que les Arts & les Mécaniques mêmes. Nous devons à Huyghens la perfection de l'Horlogerie. L'Astronomie est parvenue dans les mains du Grand Cassini à un point de précision où elle n'avoit pas été portée avant lui. Jaques Grégori nous a donné l'idée du Télescope par réflexion. Newton nous a fait connoître les merveilles de la Lumière. Malpighi est le premier qui ait bien observé les développemens progressifs du Poulet dans l'Oeuf, & des Germes dans les Graines. Morland & Geoffroi sont ceux qui ont le mieux éclairci le rapport qui se trouve entre les Poussières des Etamines des Fleurs & des Graines contenues au bas du Pistil. Tournefort, Ray, Mrs. de Jussieu & Linnæus, ont mis en ordre la connoissance des Plantes horriblement confuse auparavant. Lemerai a très bien servi le Public par son Dictionnaire des Drogues. Pajot - d'Onzenbray, Bonnier de la Moisson, le Chevalier Hans-Sloane, par leurs riches collections de curiosités, de productions maritimes & terrestres, de matières minérales, d'instrumens & de machines de toutes espèces, ont noblement aidé & animé l'Histoire Naturelle, les Mécaniques & tous les Arts.

L'étude de  
la Physique  
nécessaire  
à la jeu-  
nesse.

*D.* La Physique est-elle nécessaire aux Enfans, & l'étude de cette Science doit-elle entrer dans le plan de leur éducation ?

*R.* Comme cette Science ne demande, pour ainsi dire, que des yeux & de la curiosité, elle est à leur portée, & ce seroit négliger l'une des parties essentielles de leur éducation, que de ne la leur pas faire apprendre. L'étude de la Nature n'a rien de pénible, elle n'ennuie point, elle n'offre au contraire que du plaisir & de l'agrément. Les enfans interrogent, ils veulent donc savoir ; s'ils veulent savoir, pourquoi ne pas profiter de cette heureuse disposition pour leur apprendre mille choses qui peuvent leur tenir lieu de récréation ? Il n'est question, pour leur faire faire du progrès dans cette Science, que de se proportionner à leur foiblesse, en ne leur proposant rien qui ne soit à leur portée, soit pour les faits, soit pour les réflexions qu'on y joint. Un Jardin, une Campagne, une Fleur, un Fruit, un Oiseau, un Poisson, un Insecte, l'Eau, le Feu, l'Air, la Glace, la Neige, la Grêle, la Pluie, les Nuées, le Tonnerre, les Eclairs, l'Arc-en-Ciel, les Etoiles, les Planètes, un Tableau, une Montre, un Moulin, un Vaisseau, une Pompe pneumatique, un Télescope, un Microscope ; tout cela est un Livre ouvert pour les Enfans, il ne faut que le leur expliquer & leur en faire voir les beautés.



## CHAPITRE II.

### *Des Mathématiques.*

**D.** Quelles sont les Sciences auxquelles on donne le nom de Mathématiques ? Ce que c'est que les Mathématiques.

**R.** Ce sont celles qui traitent des nombres, de l'étendue ou des grandeurs, dont elles considèrent les rapports & les propriétés.

**D.** Quelles en sont les parties ?

**R.** Les principales parties des Mathématiques, celles qui sont les plus utiles, sont l'Arithmétique, l'Algèbre, la Géométrie, la Mécanique, l'Optique, l'Acoustique, l'Astronomie & la Géographie (a).

Leurs parties.

**D.** Qu'est-ce qu'on nomme Méthode mathématique ?

**R.** Cette Méthode est l'ordre que suivent les Mathématiciens, en traitant des Sciences qui font partie des Mathématiques. On commence par les Définitions, on continue par les Axiomes, d'où l'on forme des Théorèmes, puis des Problèmes, qui produisent des Corollaires, & l'on y lie des Remarques ou Scholies (b), selon que les uns ou les autres en ont besoin.

Méthode mathématique.

La

(a) Nous traiterons de toutes ces Sciences dans des Chapitres particuliers.

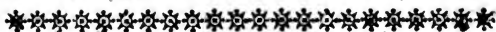
(b) On donnera la définition de tous ces termes dans le Chapitre de la Géométrie.

La Méthode qu'on suit dans les Mathématiques pour tirer les conséquences des principes, ne diffère pas de celle qu'on propose dans les Traités de Logique, où l'on parle du Syllogisme: car les démonstrations des Mathématiciens ne sont autre chose qu'un assemblage d'Enthymêmes; de façon qu'on y conclut tout par la force des Syllogismes, excepté qu'on omet souvent les Premières, qui se présentent d'elles-mêmes à l'esprit, ou que l'on rappelle dans la mémoire à l'aide des citations. Deux Auteurs ont démontré par des Syllogismes en forme, les six premiers Elémens d'Euclide, & un autre toute l'Aritmétique.

Avantages  
des Mathé-  
matiques.

*D.* Quel avantage retire-t-on des Mathématiques ?

*R.* C'est l'étude la plus propre à former le jugement, & à donner de l'ouverture & une certaine force à l'esprit.



## C H A P I T R E III.

### *De l'Aritmétique.*

Ce que  
c'est que  
l'Aritméti-  
que.

*D.* Qu'est-ce que l'Aritmétique ?

*R.* C'est la Science des Nombres, ou l'Art de compter, c'est-à-dire, l'Art de trouver certains Nombres tirés de quelques-uns déjà posés & connus, avec lesquels ils ont un certain rapport.

Définition  
du Nom-  
bre.

*D.* Qu'appellez-vous Nombre ?

*R.* Euclide a défini le Nombre, une multitude d'Unités. D'autres définissent le Nombre, un assemblage d'Unités de même espèce

ce & de même nature. Si, par exemple, à un denier vous ajoutez un autre denier, vous aurez deux deniers; si à ces deux deniers vous en ajoutez encore un, vous en aurez trois; ainsi 2, 3, 4, &c. sont des Nombres. Tout Nombre suppose donc plusieurs unités. On appelle Nombres de même espèce ceux qui sont composés de mêmes unités. Les Écus, par exemple, se doivent ajouter avec des Écus; les aunes avec des aunes, & ainsi des autres espèces. Quand on dit 6, toutes les unités de ce Nombre sont censées de même espèce, comme 6 Lièvres, 4 Palais, &c.

Quelques-uns prétendent que la définition d'Euclide ne vaut rien, parce qu'il suit de cette définition que l'Unité n'est pas Nombre, & que par conséquent on se contredit lorsqu'on dit le Nombre *Un*, ce qu'on fait cependant sans scrupule. Ils aiment mieux donner du Nombre cette définition: „ Le Nombre est le rapport précis & déterminé d'une quantité quelconque avec une autre quantité de même genre, prise pour Unité.

*D.* Qu'appellez-vous nombres simples ou incomplexes, & Nombres complexes?

Nombres complexes & incomplexes.

*R.* Quand les Nombres n'ont point de dénomination particulière, on les appelle Nombres simples & incomplexes, mais lorsqu'ils marquent quelques grandeurs déterminées, qui peuvent se diviser en plusieurs parties, ou sous-espèces plus petites, on nomme ces quantités, Nombres complexes. La livre de monnaie, par exemple, se divise en 20 parties qu'on appelle sous, le sou en 12 parties qu'on appelle deniers. Ces nombres sont dits complexes, parce

qu'ils ont une détermination particulière, & que deux-mêmes ils ne signifient pas plutôt la qualité d'une chose que d'une autre.

Combien  
l'Arithmé-  
tique a  
d'opéra-  
tions.

D. Combien y a-t-il d'opérations à l'ail-de desquelles on puisse faire une supputation exacte ?

R. Il y en a quatre, qui sont l'Addition, la Soustraction, la Multiplication, & la Division.

L'Addi-  
tion.

D. Qu'est-ce que l'Addition ?

R. C'est une opération par laquelle on assemble plusieurs Nombres ou quantités, pour en faire une somme totale, qui exprime la valeur des nombres ou quantités proposées.

Le Nombre trouvé ou le résultat de cette opération s'appelle *Somme* ou *Total*. Les Nombres dont on a composé la Somme, se nomment *Sommandes*, ou *Nombres à réduire*.

Pour faire l'Addition, rangez toutes les quantités ou nombres proposés de manière que les unités soient sous les unités, les dizaines sous les dizaines, les centaines sous les centaines, les milliers sous les milliers, & ainsi des autres. Tirez une ligne sous ces Nombres, afin éviter la confusion.

On demande, par exemple, quelle est la Somme ou le Total des Nombres suivans.

45538	Fantassins.
3352	Carabiniers.
6341	Cavaliers.
867	Dragons.
95	Officiers Généraux.

---

**Total** 56193.

---

Pour

Pour trouver cette Somme de 56193 Hommes, commencez par la première colonne à droite, & dites: 5 & 7 font 12, & 1 font 13, & 2 font 15, & 8 font 23, laquelle somme de 23 contient deux dixaines & trois unités. Ecrivez donc 3 sous la ligne des unités, & retenez deux dixaines, que vous joindrez à la colonne des dixaines qui suit, & dites: 9 & 6 font 15, & 4 font 19, & 5 font 24, & 3 font 27, & 2 que vous avez retenus des unités font 29, c'est-à-dire, 29 dixaines. Vous poserez donc 9 sous la colonne des dixaines, & vous retiendrez 2 centaines que vous ajouterez à la colonne des centaines, en disant 8 & 3 font 11, & 3 font 14, & 5 font 19, & 2 que vous avez retenus font 21. Ecrivez donc 1 sous les centaines, & retenez 2 mille, que vous transportez à la colonne des mille, & dites: 6 & 3 font 9, & 5 font 14, & 2 que vous avez retenus font 16. Ecrivez donc 6 au-dessous de la colonne des mille, & retenez une dixaine de mille, que vous comptez avec la colonne suivante, & dites: 4 & 1 que j'ai retenus font 5, que vous marquez au-dessous de la colonne que vous venez d'additionner.

Le résultat de cette opération, où le Total des nombres précédens est de 56193 Hommes.

Lorsque la Somme des rangs exprime un nombre juste de dixaines, on doit poser le 0 au dessous de la colonne, & retenir le nombre des dixaines pour l'ajouter au rang suivant, qui est vers la gauche. Exemple.

435

342

523

Somme

1300

Je dis donc: 3 & 2 font 5, & 5 font 10. Je pose sous la colonne des unités 0, & je retiens 1, qui ajouté à 2 font 3, & 4 font 7, & 3 font 10. Je pose 0, & je retiens 1, que je joins à la colonne suivante; 5 & 1 que j'ai retenu font 6, & 3 font 9, & 4 font 13. Je pose 3 & retiens 1, que je mets devant 3, parce qu'il n'y a plus de colonne à laquelle je puisse l'ajouter.

Le meilleur moyen pour savoir si l'on ne s'est point trompé dans l'opération, c'est de refaire l'Addition de bas en haut, si on l'a commencé de haut en bas. Il y a d'autres manières de faire ce qu'on nomme la *Preuve*, mais celle-ci est la plus simple & la moins embarrassante.

La Sous-  
traction.

*D.* Qu'est-ce que la Soustraction?

*R.* C'est une opération par laquelle on retranche un petit nombre d'un plus grand, comme si de 9 je retranche 5, il reste 4.

Le résultat de cette opération s'appelle *Reste*, *Excès*, ou *Différence*.

Il faut écrire le plus petit nombre sous le plus grand, en mettant les unités sous les unités, les dizaines sous les dizaines, &c. Exemple.

Si de 5664 livres je veux soustraire 3453 livres, j'opérerai de la manière suivante.

5664.



5664

3453

*Reste* 2211.

De 4 ôtez 3, reste 1 que je mets sous les unités: je passe aux dizaines; de 6 ôtez 5, reste 1 que je pose sous les dizaines, & ainsi de suite.

Lorsque le chiffre qu'on veut ôter est plus grand que celui duquel on veut le soustraire, comme 6 de 4, il faut emprunter du chiffre voisin à gauche une unité qui vaudra une dizaine, laquelle jointe à 4 fera 14, d'où on pourra facilement ôter 6. Exemple.

Si de 4542 écus j'en ôte 2350, combien en restera-t-il?

4542

2351

*Reste* 2191.

Pour faire cette opération, je dis: 1 ôté de 2 reste 1, que j'écris dessous la ligne. Je continue au chiffre suivant: 5 ôtés de 4, cela ne se peut, j'emprunte une dizaine du chiffre précédent à gauche, je joins cette dizaine à 4, qui pour lors vaut 14, dont ôtant 5, reste 9, que je pose dessous la ligne. Je passe au chiffre suivant 5, duquel ayant emprunté 1, il ne vaut plus que 4. Je dis donc, 3 ôtés de 4 reste 1, que j'écris dessous, & ainsi de suite.

Quand on trouve des zéros, il faut em-

E 7

prunter

# 110. ÉLÉMENTS DE LA

prunter une dizaine du premier chiffre positif à gauche. Exemple.

45030

32621

Reste 12409.

Voici comme il faut opérer. De 0 ôtez 1, cela ne se peut, j'emprunte donc du 3 une unité qui vaut 10: si de 10 j'ôte 1, reste 9: ensuite de 2 ôtez 2, il ne reste rien, je mets donc 0, qui exprime une nullité; & comme le chiffre suivant est un 0, j'opère comme au premier, en empruntant du chiffre voisin à gauche.

Quand on trouve plusieurs zéros de suite, on n'emprunte pas du chiffre positif autant d'unités qu'il y a de zéros; on se contente d'en prendre une, mais tous les zéros, excepté le premier à droite, ne valent que 9, comme dans l'exemple suivant.

30002

12851

Reste 17151.

Pour faire la preuve, il suffit d'ajouter le nombre trouvé à celui qu'on a ôté de l'autre.

La Multi-  
plication.

D. Qu'est-ce que la Multiplication?

R. C'est une Addition répétée d'un même nombre autant de fois que le Multiplieateur contient d'Unités.

On distingue 3 nombres dans la Multiplication,

# PHILOSOPHIE MODERNE. III

plication, savoir : 1. le *Multiplieandé*, ou le nombre à multiplier, lequel est le plus grand des deux nombres proposés, & celui qu'on pose ordinairement le premier. 2. Le *Multiplieateur*, ou celui qui multiplie, que l'on pose dessous le premier, en observant l'ordre de l'Addition. 3. Le *Produit*, ou le nombre à trouver, qui est le resultat de la Multiplication.

Quand on doit faire une Multiplication ou une Division, il faut savoir par cœur, ou du moins avoir devant les yeux, la *Table* du produit des nombres simples, ou des 9 premiers chiffres multipliés par eux-mêmes; car lorsqu'on n'y est pas bien exercé, ces opérations en deviennent plus longues & plus difficiles. Quelques-uns appellent cette Table le *Livret*, & d'autres le *Quarré de Pitbagore*, du nom de celui qu'on croit en être l'inventeur.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	18	27	36	45	54	63	72	81

Table appelée le *Quarré de Pitbagore*, ou le *Livret* pour la Multiplication.

Cette Table doit être faite de manière,  
que

que les 9 premiers chiffres soient contenus dans chaque petit Quarré de la première tranche horizontale du haut, & dans les petits Quarrés de la première tranche perpendiculaire à gauche. On ajoute 2 à 2 qui font 4, & l'on place ce 4 sous le 2 de la tranche horizontale, à la suite du 2 de la tranche perpendiculaire. A ce 4, si l'on ajoute 2, on a 6, qu'on place de suite, &c. En suivant la même méthode, on place les autres chiffres dans les Quarrés où ils doivent être, comme dans la troisième tranche, 3 ajoutés à 3, on a 6, qu'on met à la suite de 3 sous le 4 de la seconde tranche horizontale, & les autres ainsi de suite.



Voici

Voici une autre *Table* un peu différente de l'autre *Table* précédente, qu'on nomme aussi le *Livret*, & au bas de laquelle on a ajouté la multiplication des nombres par 12, dont l'utilité est très grande dans les opérations arithmétiques.

2 fois 2 font 4	6 fois 6 font 36
2 fois 3 font 6	6 fois 7 font 42
2 fois 4 font 8	6 fois 8 font 48
2 fois 5 font 10	6 fois 9 font 54
2 fois 6 font 12	6 fois 10 font 60
2 fois 7 font 14	
2 fois 8 font 16	7 fois 7 font 49
2 fois 9 font 18	7 fois 8 font 56
2 fois 10 font 20	7 fois 9 font 63
	7 fois 10 font 70
3 fois 3 font 9	
3 fois 4 font 12	8 fois 8 font 64
3 fois 5 font 15	8 fois 9 font 72
3 fois 6 font 18	8 fois 10 font 80
3 fois 7 font 21	
3 fois 8 font 24	9 fois 9 font 81
3 fois 9 font 27	9 fois 10 font 90
3 fois 10 font 30	
4 fois 4 font 16	10 fois 10 font 100
4 fois 5 font 20	
4 fois 6 font 24	2 fois 12 font 24
4 fois 7 font 28	3 fois 12 font 36
4 fois 8 font 32	4 fois 12 font 48
4 fois 9 font 36	5 fois 12 font 60
4 fois 10 font 40	6 fois 12 font 72
5 fois 5 font 25	7 fois 12 font 84
5 fois 6 font 30	8 fois 12 font 96
5 fois 7 font 35	9 fois 12 font 108
5 fois 8 font 40	10 fois 12 font 120
5 fois 9 font 45	11 fois 12 font 132
5 fois 10 font 50	12 fois 12 font 144

Lors

Lors donc que vous voulez faire l'opération de la Multiplication, jetez les yeux sur l'une des deux *Tables* ci-dessus, si vous ne les savez déjà par cœur ; multipliez tous les chiffres du *Multiplie* par chaque chiffre du *Multiplie*, en retenant les dizaines de chaque Produit, pour les ajouter au Produit du chiffre voisin à gauche, & en reculant d'un rang vers la gauche le reste de chaque chiffre du *Multiplie*, afin que les dizaines se trouvent sous les dizaines, les centaines sous les centaines, &c. Ajoutez ensuite tous ces Produits particuliers, & leur somme sera le Produit cherché. Si, par exemple, vous avez à multiplier

$$\begin{array}{r}
 38476 \\
 \text{par } 35 \\
 \hline
 192380 \quad \text{Premier Produit.} \\
 115428 \quad \text{Second Produit.} \\
 \hline
 1346660 \quad \text{Produit cherché.}
 \end{array}$$

Dites, 5 fois 6 font 30, mettez 0 & retenez 3 ; dites ensuite, 5 fois 7 font 35, & 3 que vous avez retenus font 38 : posez 8 en droite ligne à la gauche de 0, & retenez 3 ; puis, 5 fois 4 font 20, & 3 retenus font 23 ; mettez 3 devant 8 ; continuez ainsi jusqu'au dernier chiffre, & vous aurez le premier Produit. Vous passerez au second chiffre 3 du *Multiplie*, en disant, 3 fois 6 font 18, vous poserez 8, mais en le reculant sous la colonne des dizaines, parce que le *Multiplie* 3 est au rang des dizaines, continuez à multiplier

plier tous les autres chiffres du Multiplicande par ce 3 Multiplicateur, & la somme des deux Produits vous donnera celui que vous cherchez.

Quand il se trouve des zéros dans les nombres donnés, on multiplie les chiffres positifs les uns par les autres, & l'on ajoute tous les zéros du Multiplicande & du Multiplicateur à la fin du Produit.

La Preuve de la Multiplication se fait par la Division; car si l'on divise le Produit total par un des deux nombres donnés, l'autre nombre naîtra de cette division?

D. Qu'est-ce que la Division?

La Division.

R. C'est une opération par laquelle on cherche un nombre qui indique combien de fois un tel nombre est contenu dans tel autre donné. Si l'on cherche, par exemple, combien de fois 3 est renfermé dans 15, on trouve 5 fois. Ce nombre 5 que l'on cherchoit, se nomme *Quotient* ou *Exposant*. Le premier des deux autres nombres 3 & 15, s'appelle *Diviseur*; le second 15, se nomme *Dividende*.

Diviser n'est donc autre chose que soustraire plusieurs fois un même nombre d'un autre plus grand de même espèce; & le nombre qu'on nomme *Diviseur*, est renfermé autant de fois dans le *Dividende*, qu'il y a d'unités dans le *Quotient*.

Pour faire cette opération, si le Diviseur n'a qu'un seul caractère, placez ce Diviseur à gauche sur le premier caractère du Dividende: si le caractère est moindre que celui du Diviseur, placez ce dernier sur le suivant du Dividende. Faites ensuite un petit arc à côté pour placer le Quotient; puis

puis cherchez combien de fois le Diviseur est contenu dans le premier chiffre du Dividende, si celui-ci est plus grand, ou dans les deux premiers, si le Diviseur a été placé sur le second; & vous marquerez ce nombre de fois au Quotient. Multipliez ce Quotient par le Diviseur, & ôtez le Produit du chiffre, ou des chiffres divisés du Dividende; & , s'il y a quelque reste, vous l'écrivez au-dessous. Abaissez à la droite de ce reste le caractère suivant du Dividende, & cherchez de nouveau combien de fois le Diviseur y est contenu, & écrivez-le à la suite du chiffre du Quotient. Si dans la première Division il ne s'étoit point trouvé de reste, il suffiroit pour la seconde d'avancer le Diviseur sur le caractère suivant du Dividende, & puis on opère comme devant. Si vous continuez cette méthode pour tous les chiffres du Dividende, vous aurez le Quotient.

Prenons pour exemple le nombre 7854 à diviser par 3.

$$\begin{array}{r}
 \text{Diviseur} \quad 3 \quad 3 \\
 \text{Dividende} \quad 7854 \quad (2618. \text{Quotient.} \\
 \quad \quad \quad 18 \\
 \quad \quad \quad 24
 \end{array}$$

Dites, 3 est contenu 2 fois dans 7, mettez 2 au Quotient. Multipliez ensuite 2 par 3, & vous avez 6, qui ôtés de 7, il reste 1 que vous mettez au-dessous du Dividende. Abaissez le second caractère du Dividende 8 à la droite du reste 1, ce qui fait 18. Cherchez de nouveau combien de fois 3 est contenu dans 18, vous trouvez 6, posez donc 6 au Quotient à la suite de 2 : mul-



multipliez 6 par 3, le Produit est 18, qui ôtés de 18, il ne reste rien. Avancez donc le Diviseur sur le troisième caractère du Dividende 5, & dites, en 5 combien de fois 3, vous trouvez 1 fois, posez 1 au Quotient, & après avoir multiplié 1 par 3, le Produit est 3, qui soustrait de 5, il reste 2, que vous placez au-dessous de 5, & à côté duquel vous abaissez le caractère suivant du Dividende, ce qui fait 24, dans lequel nombre 3 est contenu 8 fois: vous mettez donc 8 au Quotient, & après avoir multiplié 8 par 3, le Produit est 24, qui retranché de 24, il ne reste rien; &, comme il n'y a plus de chiffre à diviser, tout le Quotient est trouvé.

Puisqu'on cherche dans cette opération combien de fois le Diviseur est contenu dans les mille, les centaines, les dizaines, &c., il est évident que le tout étant égal à toutes ses parties prises ensemble, le Quotient marquera cette quantité de fois.

D. Ne peut-on faire les opérations arithmétiques que par le secours des chiffres? Machines arithmétiques.

R. On a inventé diverses Machines qui servent au même usage; je vais les indiquer en faveur de ceux qui seront curieux de savoir ce que c'est.

Le fameux Pascal a inventé une Machine De Pascal arithmétique, dont Mr. Gallon a publié la description dans le Recueil des Machines & Inventions approuvées par l'Académie Royale des Sciences de Paris (a).

On trouve dans le même Recueil (b) la Description de Mr. Lefpinc.

(a) Dans le Tome IV, pag. 137 de ce Recueil.

(b) Ibid. pag. 131.

description d'une Machine arithmétique de Mr. Lespine.

**De Mr. Hellerin de Boistiffandean.** Mr. Hellerin de Boistiffandean a inventé trois autres Machines qui servent au même usage, & dont la description se trouve dans l'Ouvrage qui vient d'être cité (a).

**Du Chevalier Morland.** Le Chevalier Samuel Morland a entrepris de faire les opérations arithmétiques sur une Machine avec des Roues. Dans cette vue, il inventa deux Machines différentes, l'une pour l'Addition & la Soustraction, l'autre pour la Multiplication (b). Il ne donna que la figure extérieure des Machines, avec la Description de la manière de s'en servir. Ces Machines sont indépendantes l'une de l'autre; la seconde, qui est pour la Multiplication, n'est qu'une application des Os Neippériens sur des Disques plats & mobiles.

**De Mr. Leibnitz.** Mr. Leibnitz donna en 1709 (c), la figure de la Machine qu'il avoit inventée, mais il n'en représenta que l'extérieur.

**De Mr. Poléni.** Mr. Poléni publia aussi la sienne en 1709 (d), & il en développa tout l'intérieur.

**De Mr. Leupold.** En 1727 on fit paroître la Machine de Mr. Leupold avec celles de Mrs. Leibnitz & Poléni (e).

**De Mr. Gersten.** Mr. Chrétien-Louis Gersten, de la Société Royale de Londres & Professeur de Mathématique dans l'Université de Giesse,

a

(a) Ibid. Tome V, pag. 103, 117, 121.

(b) Il publia ces Machines à Londres en 1673.

(c) Dans les *Miscellanea Berolinensia*.

(d) Ibidem.

(e) Dans le *Theatrum arithmetico-geometricum*, imprimé à Leipzig en 1727.

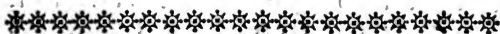
a donné le dessein & la description d'une Machine arithmétique dont il est l'inventeur, & qu'il dit être claire, facile & exacte (a). Cette Machine est toute différente de celles qui avoient paru auparavant.

Le Docteur Saunderson, tout aveugle qu'il étoit, avoit inventé pour son usage, une *Aritmétique sans chiffres & palpable*, qui n'est autre chose qu'une Planchette, ou Table à calculer, avec laquelle il pouvoit faire aisément toutes les opérations de l'Aritmétique par le seul sens du toucher (b).

(a) On trouve la description & la figure de cette Machine dans les *Transactions Philosophiques* de l'Année 1735, Mois de Juillet, Aout & Septembre.

(b) Voyez la description & la figure de cette Planchette dans le Tome I, pag. 71 du *Cours de Mathématiques* de Mr. Chrétien Wolf. Le Docteur Saunderson, originaire de la Province d'York, perdit entierement la vue par la petite verole, à l'âge d'un an. Malgré cet accident il fit des progrès si étonnans dans les Mathématiques, qu'on le trouva digne d'occuper la Chaire de Professeur de Mathématiques dans l'Université de Cambridge. Il a composé en Anglois des *Elémens d'Algèbre* en 2 Vol. in-4, imprimés en 1741, quelques années après sa mort, aux dépens de l'Université.





## CH A P I T R E IV.

*De l'Algèbre.*

Ce que  
c'est que  
l'Algèbre.

**D.** QU'est-ce que l'Algèbre?

**R.** Cette Science, dont le seul nom effraye la plupart des gens du monde, qui la regardent comme une espèce de Magie, n'est autre chose qu'une espèce d'Aritmétique, qui dans les calculs emploie des lettres de l'Alphabet & quelques autres signes, au lieu de chiffres, pour faire les mêmes opérations que l'Aritmétique, & beaucoup d'autres que celle-ci ne sauroit faire.

Avantages  
de l'Algè-  
bre sur l'A-  
ritmèti-  
que.

**D.** Quels avantages l'Algèbre a-t-elle sur l'Aritmétique?

**R.** Par le moyen des signes le calcul est plus simple, on n'est pas obligé de faire des réductions comme dans l'Aritmétique: du résultat de chaque opération on voit toutes les grandeurs, qui l'ont formée, elle en désigne même la nature; au lieu que dans l'Aritmétique tout disparoit à chaque opération. Descartes a répandu de grandes lumières sur cette Science, en la rendant plus facile & plus parfaite. On opère dans l'Algèbre sur les grandeurs inconnues, comme sur les connues.

Quantité  
algébrique  
incomplè-  
te.

On représente les quantités connues par les premières lettres de l'Alphabet, *a, b, c, d*, &c. & on marque les quantités inconnues par ces dernières, *x, y, z*.

Une quantité algébrique est dite *incomplète*, lorsqu'elle est seule, *a; a c d*: lorsqu'elle

le

te est composée de plusieurs quantités jointes ensemble, on l'appelle *complexe*,  $a + b + c + d$ .

$b - d, a + b - c + d$ .

Les parties d'une quantité complexe s'appellent *Termes*: les positifs ont le signe *plus*  $+$ , ou *point du tout*; & les négatifs, le signe *moins*  $-$ . Ce signe  $=$  signifie égal.

Toute grandeur qui n'est précédée d'aucun signe, est censée positive,  $a$  ou  $+a$ , c'est la même chose, & l'on appelle grandeurs semblables  $a$  &  $a$ , de même  $b$  &  $b$ ; & grandeurs différentes  $a$  &  $b$ , ou  $c$  &  $d$ .

Un chiffre qui précède un Terme quelconque, s'appelle le *Coefficient* de ce Terme. Lorsque la même lettre se trouve répétée plusieurs fois, on ne la marque qu'une seule fois, mais on met devant un chiffre, qui signifie combien de fois elle est ajoutée à elle-même,  $3b$  signifie que  $b$  est ajouté 3 fois à lui-même;  $3abc$  signifie que le terme  $abc$  est multiplié par 3. Un terme sans Coefficient a l'Unité pour Coefficient.

Pour ajouter une grandeur qui a le signe  $+$  *plus*, à la même qui a le signe  $-$  *moins*, on les efface toutes deux; car *plus* & *moins* une même grandeur, ce n'est rien.

Quand des Termes semblables précédés de signes contraires, ont des Coefficients égaux, on efface ces Termes,  $aa + 2ab - 2ab = aa$ .

D. Quel est le signe de l'Addition, & comment se fait l'Addition des quantités algébriques?

R. Le signe de l'Addition est  $+$ , & s'exprime par *plus*. Lors, par exemple, que je veux représenter la somme des deux quantités exprimées par  $a$  &  $b$ , j'écris  $a + b$ .

Tome I.

F

c'est-

c'est-à-dire que  $b$  est ajouté à  $a$ , & je dis *a plus b*, de sorte que si la valeur de  $a$  est 6, & celle de  $b$  4, cette expression  $a + b$ , ou  $6 + 4$  signifie 10. On fait l'Addition des quantités algébriques en les écrivant avec leurs signes, & faisant les réductions, de la manière suivante.

$$\begin{array}{r} a \ b \ + \ c \\ b \ - \ c \\ \hline \text{Total } a \ b \ - \ b. \end{array}$$

signe de la Soustraction algébrique, & comment elle se fait.

D. Quel est le signe de la Soustraction, & comment se fait-elle?

R. Ce signe est  $-$ , & s'exprime par *moins*. Ainsi pour marquer la différence de 8 & 5, on écrit de cette manière,  $8 - 5$ ; c'est-à-dire,  $3 = 8 - 5$ . De même,  $a - b$  marque que l'on conçoit que de  $a$  on a retranché  $b$ , & que par conséquent  $a$  est plus grand que  $b$ . Je dis donc alors *a moins b*. Si, par exemple, la valeur de  $a$  est 5, & celle de  $b$  4, cette expression  $a - b$ , ou  $5 - 4$  signifie 1, parce que 4 ôtés de 5, il reste 1. De même  $a > b$  signifie que  $a$  est plus grand que  $b$ , &  $a < b$  veut dire que  $a$  est plus petit.

Pour faire la Soustraction on écrit à la suite de la quantité donnée, celle qu'on soustrait en changeant son signe. Exemple.

$$\begin{array}{r} a \ + \ c \\ b \ - \ c \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Reste } a + c - b + c = a - b + 2c.$$

En retranchant  $b$  entier, on retranche trop; car c'est  $b - c$  qu'il falloit retrancher, il faut donc ajouter à la différence ce qui est ôté de trop.

D. D e

D. De quels signes se sert-on pour la Multiplication, & comment se fait-elle?

Signe de la  
Multipli-  
cation al-  
gébrique,  
& com-  
ment elle  
se fait.

R. On se sert communément de ce signe  $+$  pour marquer que deux chiffres sont multipliés l'un par l'autre. Ainsi  $4 + 5$  signifie que 4 est multiplié par 5; mais pour indiquer simplement une Multiplication à faire, on se sert quelquefois d'un point seul, comme (3. 4.), ce qui désigne le Produit de 3 multiplié par 4.

Cet autre signe  $=$  marque, comme on l'a dit, l'égalité qui se trouve entre deux quantités. Ainsi  $4 + 5 = 9$ , veut dire que 4 plus 5 est égal à 9.

Quand on veut multiplier  $a$  par  $b$ , on écrit le Produit ainsi,  $ab$ , ou  $a, b$ , ou  $a + b$ .

Veut-on indiquer la Multiplication de plusieurs quantités ou grandeurs ensemble par une autre, on renferme en parenthèse toutes les grandeurs qui doivent servir de Multiplicande, & l'on met après la parenthèse, avec ou sans signe, ou une virgule entre-deux, celle qui doit servir de Multipliateur. Exemple.

Ecrivez le Produit de  $a + b$  multiplié par  $d$ , ou  $[a + b]d$ , ou  $d[a + b]$ , ou de cette manière  $a + b, d$ . Ordinairement on l'écrit ainsi,  $a + b \times d$ , ou bien  $d \times a + b$ .

La Multiplication des quantités complexes se fait en les joignant sans mettre de signes entre-deux: le Produit est positif si toutes deux sont positives; il est négatif si l'une est positive & l'autre négative.

$$a + b = ab \text{ produit}$$

$$a + - b = - ab.$$

Quand les Termes donnés ont des Coefficiens, il les faut multiplier à l'ordinaire, & leur Produit sera le Coefficient du Produit des lettres.

$$5a + 3b = 15ab.$$

Un Terme produit par la Multiplication de la même lettre se réduit à une plus simple expression.

$$- - - a a a b b b b \text{ se réduit } - - - a^3 b^4.$$

Ce chiffre qu'on met dessus s'appelle *Exposant*, & signifie combien de fois la lettre qui est au-dessous est multipliée. Ainsi au lieu de  $a_3 + a_4$ , écrivez  $a^7$ .

La Multiplication des Termes complexes se fait comme dans l'Aritmétique, en faisant des Produits partiels de chaque Terme.

$$\begin{array}{r} a + 3c - d \\ + 2a - d \\ \hline 2aa + 6ac - 2ad \\ - ad - 3cd + dd \end{array}$$

$$\text{Produit } 2aa + 6ac - 3ad - 3cd + dd.$$

Signe de la  
Division  
algébrique,  
& comment elle  
se fait.

D. Quel est le signe de la Division?  
R. Ce signe se marque par deux points (:), ou par une ligne tirée entre les grandeurs qu'on doit diviser, & celles qui doivent servir de Diviseur. Quand on doit diviser  $a$  par  $b$ , on écrit pour le Quotient, ou  $a : b$ , ou  $\frac{a}{b}$ ; l'un & l'autre veut dire que  $a$  est divisé par  $b$ . Quand on divise plusieurs grandeurs par une seule, ou une seule par plusieurs, on renferme toutes ces grandeurs  
ou



ou quantités entre deux crochets comme dans la Multiplication, ou l'on met seulement une virgule. Exemple.

Si j'ai à diviser  $a + b$  par  $c$ , je marquerai le Quotient par  $[a + b] : c$ , ou par  $a + b : c$ . Lorsque je veux diviser  $a$  par  $b + c$ , je le marquerai ainsi,  $a : (b + c)$ , ou  $a : b + c$ . Si  $a + b$  par  $c + d$ , j'écrirai  $(a + b) : c + d$ , ou  $a + b : c + d$ . Et plus communément de cette manière  $\frac{a+b}{c}$ ,

$\frac{a}{b+c}$ ,  $\frac{a+b}{c+d}$ , ou bien encore  $a+b : c$ , ou  $a : b+c$ ,  $a+b : c+d$ .

Quelques Auteurs emploient le signe  $\propto$  ou  $\infty$  au-lieu du signe  $=$  pour marquer deux grandeurs égales; mais ce dernier signe est le plus en usage.

On appelle *grandeur complexe* celle qui est jointe à plusieurs autres par le signe  $+$  ou le signe  $-$ . Par exemple,  $a + b$ , ou  $c - d + f$ , sont dites *grandeurs complexes*. La *grandeur incomplète* est celle qui n'est liée avec aucune autre par les signes  $+$  ou  $-$ . Ainsi  $a$ , de même que  $ab$  sont des *grandeurs incomplètes*.

On nomme *grandeurs positives* celles qui sont précédées du signe  $+$ , comme  $+a$ ,  $+b$ . On appelle *grandeurs négatives* celles qui sont précédées du signe  $-$ , comme  $a$ ,  $-b$ . Cette dénomination n'empêche pas qu'elles ne soient aussi réelles que les positives.  $-a$ , &  $+a$  sont deux grandeurs égales, mais dans un sens opposé, ce qui rend cette distinction réelle & non pas arbitraire. Lorsque deux grandeurs semblables se rencontrent ensemble, & que l'une

est positive & l'autre négative, elles se détruisent mutuellement, & cette opposition la rend égale à zéro, c'est pourquoi  $+ a - a = 0$ .

Puissances  
d'une  
grandeur.

D. Qu'appelle-t-on *Puissance*?

R. C'est le produit d'une quantité par l'Unité, ou par elle-même, autant de fois qu'il est requis.

La *première Puissance* d'une grandeur est le Produit de cette grandeur par l'Unité.  $2 + 1 = 2$ , *première Puissance*,  $x$  ou  $x^1$ . La *seconde* dite *Quarré* est le Produit de la grandeur par elle-même,  $2 + 2 = 4$ ;  $x + x = xx$ . La *troisième* dite *Cube* est le Produit de la seconde par la première. La *quatrième* est le Produit de la troisième par la première, & ainsi de suite à l'infini.  $4 + 2 = 8$  *Cube*.  $x^3$  *Cube*.

Racines.

Les Racines prennent les noms des Puissances dont elles sont Racines. La Racine de la première Puissance est appelée *Racine première*; celle de la seconde, *Racine seconde* ou *quarrée*; celle de la troisième, *Racine troisième* ou *cubique*.

Quand on veut marquer qu'une quantité algébrique est élevée à une Puissance, on écrit à la droite un peu au-dessus, le nombre qui exprime cette Puissance; & ce nombre est appelé l'*Exposant* de la Puissance.  $a^5$  désigne la cinquième Puissance de  $a$ , le chiffre 5 est l'Exposant.

Racines  
Binome,  
Trinome,  
&c.

On appelle *Racine Binome* celle qui est composée de deux parties, comme  $a + b$ ; on appelle *Trinome*, celle de trois, comme  $a + b + c$ ; *Quadrinome*, celle de quatre, comme  $a + b + c + d$ . En général on donne le nom de *Multinome* à toutes les Racines qui ont plus de deux Termes.

D.

D. Qu'est-ce que *Raisons* ou *Rapports*, *Raisons* ou *Parties aliquotes* & *Parties aliquantes*, *Proportions* & *Progressions*?

R. On appelle *Raison* ou *Rapport* la manière d'être de deux grandeurs comparées ensemble; les deux quantités qu'on compare sont les *Termes* du Rapport. Celle que l'on compare est l'*Antécédent*, & l'autre le *Conséquent* du Rapport. Le *Rapport géométrique* examine la manière dont une grandeur en contient une autre; ce qui se fait par la Division. Le *Rapport arithmétique* est l'excès de la plus grande sur la plus petite, qui se connoît par soustraction.

Les *Parties aliquotes* mesurent exactement leur tout, 3 est aliquote de 9, de 12. Quand une grandeur en contient exactement une autre, elle en est *multiple*, & la contenue en est la *sous-multiple*.

Les *Parties aliquantes* sont celles qui ne sont pas contenues exactement dans leur tout; 7 est Partie aliquante de 20.

Une *Proportion* est formée de deux *Raisons* ou *Rapports* égaux. La *Proportion géométrique* est formée de *Raisons* géométriques égales, 3, 6 :: 12, 24.

Si  $\frac{a}{b} = q$ . &  $\frac{c}{d} = q$ . Donc  $a, b :: c, d$ .

La *Progression géométrique* est une suite de quantités qui sont continuellement proportionnelles.

:: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024.

Elle peut se réduire à cette formule :

::  $m, md, md^2, md^3, md^4, \dots$

D. Qu'est-ce qu'une *Fraction*?

R. C'est l'expression de la *Raison* qui est entre les parties & l'entier.

F 4

La

La fraction se marque par deux nombres mis l'un sur l'autre avec une petite ligne entre deux. Par exemple,  $\frac{3}{4}$  désigne qu'une chose est divisée en 4 parties, & qu'on en prend 3. Le nombre écrit au-dessus de la petite ligne, marque combien on prend de parties de l'entier, savoir 3, & se nomme le *Numérateur*. Celui qui est au-dessous, savoir 4, indique en combien de parties l'entier est partagé, & se nomme le *Dénominateur*.

On fait sur les Fractions les mêmes opérations que sur les lettres & les chiffres.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE V.

### *De la Géométrie.*

Définition  
de la Géométrie.

D. QU'est-ce que la Géométrie?

R. C'est la Science de l'étendue qu'occupent les Corps, & de leurs propriétés, selon leurs trois dimensions, longueur, largeur, & profondeur.

Ce que  
c'est que  
Corps.

D. Qu'entendez vous par Corps?

R. On appelle Corps tout ce qui a des parties unies les unes aux autres.

Objet de la  
Géométrie.

D. Quel est l'objet de la Géométrie?

R. Comme cette Science roule sur les propriétés de l'étendue, elle comprend l'assemblage de tous les Corps, parce que tous les Corps sont étendus.

Détail des  
Sciences  
qui en sont  
l'objet.

D. Toutes les autres Sciences, qui ont pour objet les Corps, sont donc aussi elles-mêmes l'objet de la Géométrie?

R. Oui.

**R.** Oui sans doute. L'Architecture, par exemple, les Fortifications, la Mécanique, ont pour objet des choses étendues; elles sont par conséquent renfermées dans la Géométrie, qui est la Science des Corps en général.

Puisque les Astres sont des Corps, & que ces Corps sont étendus; puisque leur distance de la Terre, leur grandeur, leur diamètre se mesurent par des lignes, qui peuvent aussi marquer leurs mouvemens; l'Astronomie, ou la Science des Astres, les opérations & les raisonnemens des Astronomes, sont par conséquent fondés sur la Géométrie.

La Gnomonique, ou l'Art de faire des Cadrans, est aussi l'objet de la Géométrie, puisqu'elle trace sur un plan la route du Soleil, en marquant le chemin de l'Ombre que fait le sommet du Stile du Cadran qui représente la Terre, autour de laquelle le Soleil tourne.

Dans l'Optique, la Dioptrique, la Catoptrique, la Perspective, tout se démontre par des lignes; ces Sciences sont donc une dépendance de la Géométrie. La Marine même, dans la plus grande partie de ses pratiques, dépend de l'Astronomie, & par conséquent de la Géométrie.

Toute la Physique, Science d'une vaste étendue, n'est proprement qu'une Géométrie, puisqu'on y rend raison des effets des Corps, en faisant voir que ce sont des suites de leurs figures, de leurs mouvemens, de leurs ressorts, de leur mécanisme, qui s'expriment par des lignes.

On ne sauroit donc faire de grands progrès dans l'Astronomie, la Gnomonique,

l'Architecture, les Fortifications, les Mécaniques, la Marine, l'Optique, la Physique, & autre Sciences qui ont les Corps pour objet, sans le secours de la Géométrie, dont il faut du moins avoir quelque teinture.

Avantages  
de la Géométrie.

*D.* Quel est le plus grand avantage que puisse procurer l'étude de la Géométrie ?

*R.* C'est celui de rendre l'esprit juste, par les préceptes qu'elle donne pour raisonner sur toutes choses avec ordre & méthode. Elle enseigne en effet à suivre la liaison des idées, jusqu'à ce qu'on arrive à la source d'où elles dépendent, à peser les raisons, & à comparer les rapports. Comme la Géométrie comprend aussi un grand nombre de principes, l'esprit acquiert de la force, de l'étendue & une liberté nécessaire pour tirer des conséquences sans rien confondre. En suivant la méthode géométrique, on prévient la précipitation, & on surmonte la paresse; on démontre ce qui se peut démontrer, & on ne reçoit ce qui n'est que probable, que comme une probabilité.

Pourquoi  
l'erreur y  
est peu à  
craindre.

*D.* Dans la Géométrie l'erreur est-elle autant à craindre que dans les autres Sciences ?

*R.* Non. La vérité & la fausseté y paroissent trop évidemment pour être confondues.  
„ On ne pourroit pas fonder ensemble, dit  
„ ingénieusement Mr. de Fontenelle, tous  
„ les Historiens, ou tous les Chronologis-  
„ tes, ou même tous les Physiciens; ils  
„ sont trop contraires, trop hétérogènes  
„ les uns aux autres, ce sont des Métaux  
„ qui ne s'allient point: mais tous les Géomètres  
„ sont homogènes. & leurs idées

„ ne

ne peuvent refuser de s'unir.

Dans la Géométrie tout est clair, tout est convaincant. L'esprit ne s'égare que très difficilement, parce qu'il va de vérités en vérités.

D. Cette Science est-elle à la portée des Enfans ?

Si elle est à la portée des Enfans.

R. Il ne faut pas en douter. Les principes en sont si simples, si évidens, si faciles à connoître, & en si petit nombre, qu'il n'y a guère d'esprit, s'il n'est absolument stupide, qui ne puisse les apprendre. Les esprits sombres & pésans sont quelquefois les plus propres à la Géométrie; ceux qui ont de la finesse & de la vivacité, ont souvent de la peine à s'affujettir aux principes & à la méthode des Géomètres. Il faut ici, comme en toutes choses, user de modération, & appliquer plus ou moins les Enfans à la Géométrie, suivant les dispositions de leur esprit. Un homme qui seroit livré uniquement à la sécheresse de cette étude, auroit peu de finesse & d'habileté pour les choses du monde. Ceux qui sont absorbés dont la Géométrie, sont pour l'ordinaire abstraits & rêveurs; elle semble aussi en quelque sorte nuire à cette fleur de l'esprit qui en fait l'agrément.

D. Donnez-moi, je vous prie, quelques exemples des vérités claires sur lesquelles la Géométrie est fondée.

Axiomes sur lesquels la Géométrie est fondée.

R. Voici quelques-unes de ces vérités, qui sont autant d'axiomes, autant de principes incontestables, & auxquelles on peut réduire tout ce que la Géométrie entreprend de démontrer.

*Une chose ne peut pas être, & n'être pas dans un même tems.*

De ce principe, facile à faire comprendre à un Enfant, & dont la vérité est incontestable, il s'ensuit que, puisque tout & ses parties prises ensemble ne font qu'une même chose, il faut que *le tout soit égal à ses parties*: car autrement la même chose seroit & ne seroit pas. De ce principe on tire encore cette conséquence, que *deux grandeurs égales à une même grandeur, doivent être égales entre elles*: car ces trois grandeurs ne font qu'une même chose; ainsi si elles étoient inégales entre elles, elles seroient & ne seroient pas.

On peut encore rapporter à ce même principe, les quatre axiomes suivans.

*Si à des grandeurs égales on en ajoute d'égales, les tous seront égaux.*

*Si de grandeurs égales on en ôte d'égales, les restes seront égaux.*

*Si de grandeurs inégales on en ôte d'égales, les restes seront inégaux.*

*Si à des grandeurs inégales on en ajoute d'égales, les tous seront inégaux.*

Ces vérités sont claires, chacun les connoît, & elles ne laissent dans l'esprit aucune doute. Elles sont fondées sur ce que les tous égaux ont des parties égales, & les inégaux des parties inégales. Or si les tous égaux n'avoient pas des parties égales, ils seroient & ne seroient pas.

Il y a une infinité d'autres vérités qu'on peut déduire de celles-là. Il est vrai, par exemple, que *les moitiés de deux tous égaux sont égales*; que *les doubles de ces tous sont égaux*; que *les tiers de deux tous égaux sont égaux*; que *les triples de deux tous égaux sont égaux*; & ainsi des quarts, des quadruples, & de quantité d'autres propositions semblables.

Voi-



Voici d'autres vérités bien simples, & dont l'évidence ne sauroit jamais être contestée. *Le tout est plus grand qu'une de ses parties. Ce qui est contenu dans une grandeur, ne peut être plus grand que cette grandeur. Deux grandeurs qui conviennent en tout, lorsqu'on les pose l'une sur l'autre, sont égales.* Ces axiomes sont des sources très fécondes de plusieurs démonstrations.

Lorsque les Géomètres tirent leur preuve de la supposition qu'ils ont faite, ils se fondent sur ce principe, *qu'une chose ne peut pas être, & n'être pas.* Ils prétendent, & avec raison, qu'on ne peut pas nier leur conclusion, à moins qu'on ne leur fasse voir qu'une chose peut être, & n'être pas en même tems, ce qui est absurde.

Les Géomètres s'attribuent une espèce d'infailibilité. *Nous ne saurions, disent-ils, d'infail- nous tromper, parce que nous ne raisonnons bilité que que sur des idées claires, & que nous n'affir- s'attri- mons ou ne nions que ce que nous concevons buent les parfaitement bien.* Leurs raisonnemens rou- Géomè- lent sur le Corps & sur son étendue ou ses très. trois dimensions, qui sont la longueur, la largeur, & la profondeur. Or les idées du Corps & de ses dimensions sont claires, à ce qu'ils prétendent.

D. L'étendue qui fait l'objet de la Géométrie, est-ce cette étendue matérielle des Corps, qui sont effectivement étendus en longueur, en largeur, & en profondeur? Quelle sorte d'étendue fait l'objet de la Géométrie.

R. Non. Les Géomètres entendent par étendue, une étendue intelligible, telle que l'esprit la conçoit; en sorte que, quand il n'y auroit point de Corps au monde, ce qu'ils démontrent de l'étendue n'en seroit pas moins vrai. Dclà vient que, quoique les Corps

changent, les vérités de Géométrie ne cessent par pour cela d'être ce qu'elles sont, parce qu'elles ne dépendent point de la matière, mais des notions claires qui sont dans l'esprit.

Notions  
que se for-  
ment les  
Géomè-  
tres des  
trois di-  
mensions  
du Corps.

*D.* Les Géomètres ne font-ils pas de fausses suppositions, lorsqu'ils supposent des Êtres qui sont longs sans être larges, & qui sont larges sans être profonds ou épais?

*R.* Ils prétendent que, quoiqu'il n'y ait point de Corps sans trois dimensions, on peut cependant considérer l'une sans faire attention à l'autre; qu'on peut considérer la longueur sans penser à la largeur, & la largeur sans faire attention à la profondeur, comme l'on regarde la longueur des chemins sans faire réflexion à leur largeur, & sans penser à la profondeur de la terre. La notion de la longueur exclut celle de la largeur & de la profondeur, & celle de la largeur exclut celle de la profondeur. Quoique les trois dimensions du Corps soient inséparables, les notions qu'on s'en forme ne sont point fausses, parce que de la manière dont ces dimensions sont conçues, elles sont distinguées en ce que l'une est considérée sans l'autre.

Ordre ob-  
servé par  
les Géo-  
mètres.

*D.* Quel ordre observent les Géomètres, lorsqu'ils traitent les matières qui sont l'objet de leur Science.

*R.* Ils commencent par les Définitions, ils continuent par les Axiomes, d'où ils forment des Théorèmes, puis des Problèmes, qui produisent des Corollaires, & ils y lient des Remarques ou Scholies, selon qu'ils croient en avoir besoin.

Ce que  
c'est que  
Défini-  
tions.

*D.* Qu'entendez-vous par Définitions?

*R.* Ce sont des notions claires & distinc-  
tes

tes, par le moyen desquelles on distingue non seulement une chose d'avec une autre, mais qui nous y font encore découvrir tout ce qu'on peut en concevoir. On réduit les Définitions à deux sortes, qui sont les Définitions des Noms & les Définitions des Choses.

D. Qu'appellez-vous Notion? Notion.

R. La Notion est la représentation que l'esprit se forme de quelque chose que ce puisse être. Dans les Mathématiques on n'admet que des Notions distinctes, & même autant entières & parfaites qu'elles peuvent l'être, quand il s'agit de donner des définitions des Noms & des Choses.

D. Qu'est-ce qu'un Axiome? Axiome.

R. C'est une proposition si évidente qu'elle n'a pas besoin de démonstration. Telle est celle-ci : *Toutes les lignes menées du centre d'un cercle à sa circonférence, sont égales entre elles*; & cette autre : *D'un point à un autre point on peut tirer une ligne droite*. Le premier de ces Axiomes exprime l'existence de la chose, le second en marque la possibilité. Les Axiomes de cette espèce s'appellent *Pétitions* ou *Demandes*. Comme la vérité de ces deux Axiomes est évidente, ils n'ont besoin d'aucune démonstration.

D. Que nomme-t-on Théorème? Théorème

R. C'est une proposition dont il faut démontrer la vérité. Lors qu'ayant comparé plusieurs définitions les unes avec les autres, on en infère quelque proposition qu'on n'auroit pu tirer de l'examen d'une seule, la conclusion qu'on en tire s'appelle Théorème. Par exemple, dans la Géométrie, je compare un Triangle avec un Parallélogramme posés sur la même base, & ayant même

même hauteur. J'infère partie de leurs définitions, partie de leurs propriétés déjà connues, qu'un tel Parallélogramme est le double du Triangle; alors cette proposition, *Un Triangle est la moitié d'un Parallélogramme, qui a même base & même hauteur*, est un Théorème.

**Problème.** D. Qu'est-ce qu'un Problème?

R. C'est aussi une proposition qu'il faut démontrer; mais dans laquelle il s'agit de faire quelque chose, & de prouver qu'on a fait ce qu'on avoit proposé de faire. Les Problèmes sont composés de trois parties, qui sont la Proposition, la Solution & la Démonstration. Dans la Proposition on indique ce qu'on propose à faire; la Solution donne par ordre tous les moyens de réussir à faire la chose proposée; & la Démonstration prouve qu'on doit nécessairement en venir à bout, en suivant la méthode & les moyens que la solution prescrit. C'est pourquoi toutes les fois qu'un Problème a besoin de démonstration, on le convertit en Théorème, dont la proposition constitue la question, & la solution forme l'Hypothèse.

**Corollaires.**

D. A quoi donne-t-on le nom de Corollaires?

R. Lorsqu'on est obligé d'appliquer à certains cas particuliers, des Propositions générales, d'où l'on tire d'autres propositions dont la conséquence est aisée; alors ces Propositions se nomment Corollaires.

**Remarques ou Scholies.**

D. Expliquez-moi, je vous prie, ce que c'est que Remarques ou Scholies.

R. Dans les Remarques ou Scholies on dit ce qu'il y a d'obscur; on répond aux choses qui sont douteuses; on indique l'usage

sage des Sciences, les sources où l'on peut étudier les matières, les Auteurs qui en ont traité, enfin tout ce qu'il y a de bon, d'utile & d'agréable à savoir.

D. Qu'est-ce qu'un Lemme?

Lemme.

R. C'est une Proposition, qui n'est au lieu où elle est, que pour servir de preuve à d'autres qui suivent.

D. Qu'est-ce que la Méthode, & sur-tout celle qu'emploient les Géomètres?

Méthode des Géomètres.

R. C'est l'art de bien disposer une suite de plusieurs raisonnemens, tant pour découvrir la vérité d'un Théorème, quand on l'ignore, que pour la démontrer aux autres, quand on l'a trouvée.

D. Combien distinguez-vous de Méthodes?

Deux sortes de Méthodes.

R. Il y en a deux générales, qui sont celle de Résolution, qu'on nomme l'Analyse; & celle de Composition, qui s'appelle la Synthèse.

D. Qu'est-ce que la Méthode analytique ou de Résolution?

Méthode analytique ou de Résolution.

R. C'est celle où l'on passe du composé au simple. On se sert de cette Méthode, quand on examine une Proposition, afin de déterminer si elle est vraie ou non; ou quand il s'agit de résoudre une question, c'est-à-dire, de savoir ce qu'on doit y répondre. Dans ces deux cas il faut remonter de ce qu'on propose, à quelque vérité qui nous soit bien connue, afin qu'il paroisse clairement si ce que nous examinons, ou ce que nous découvrons, est lié avec cette vérité, ou s'il en est séparé; de manière que de l'évidence de cette même vérité, nous puissions conclure s'il faut admettre ou rejeter la

la proposition que nous examinons.

Méthode synthétique ou de Composition. *D.* Qu'est-ce que la Méthode synthétique ou de Composition ?

*R.* C'est celle où l'on va du simple au composé, ou des propositions simples, qui se démontrent l'une par l'autre, aux propositions plus générales & plus composées, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à la conclusion, qui nous donne une connoissance claire & distincte de la vérité qu'on cherche.

Cette Méthode est d'usage lorsqu'on veut expliquer aux autres ce qu'on fait déjà.

Différence entre ces deux Méthodes.

*D.* Quelle différence mettez-vous entre ces deux Méthodes ?

*R.* Outre la différence exprimée dans la définition de ces deux Méthodes, il y en a encore entre elles une autre, qui est que souvent dans la Méthode analytique il faut faire de grands détours pour arriver du composé à des Principes simples, & cela dans les occasions mêmes, où l'on découvre ensuite un chemin plus court pour revenir du simple au composé.

Ce que c'est qu'Hypothèse.

*D.* A quoi donne-t-on le nom d'Hypothèse ?

*R.* L'Hypothèse est une fiction par le moyen de laquelle on répond à une question proposée. Ou bien, c'est une supposition de ce qui n'est pas pour ce qui peut être. Il n'est pas nécessaire que l'Hypothèse soit véritable, il suffit qu'elle soit possible ; c'est pourquoi on peut faire plusieurs Hypothèses différentes sur un même sujet.

Il faut raisonner sur ces sortes de fictions ou suppositions, comme si c'étoit la vérité même.

même, & diriger ses raisonnemens de manière qu'on en tire occasion de connoître, si la solution qu'on a inventée est vraie, car on ne doit l'adopter comme conforme à la vérité, que quand on a lieu de se convaincre de cette conformité. Cette manière de raisonner a de grands avantages, mais quantité de Philosophes en ont abusé & en abusent encore tous les jours étrangement. Un homme illustre nous a donné des règles excellentes sur l'usage qu'on doit faire des Hypothèses (a).

D. Exposez moi, je vous prie, pour servir d'exemples, quelques Problèmes avec leurs solutions.

R. En voici quelques-uns, qui m'ont paru curieux & instructifs.

On demande, par exemple, „ comment „ on doit mesurer la distance de deux „ Lieux, tels que sont A & B, accessibles „ par un troisième”. Voici la solution de ce Problème.

Comment  
on mesure  
la distance  
de deux  
Lieux ac-  
cessibles  
par un  
troisième  
Planche I.  
Fig. 1.

Posez en C le Graphomètre ou Table géométrique, sur laquelle vous choisirez le point c. De ce point, par le moyen des pinnules, visez au point A, & menez la droite ca. Bornoyez ensuite du point c vers B, & menez la droite cb. Mesurez les toises, qui se trouvent depuis C jusqu'à A, & depuis C jusqu'à B; transportez ces mesures, au moyen de l'Echelle géométrique, de c en a, & de c en b. Mesurez enfin sur la même Echelle la ligne ab, qui marquera la distance que vous cherchez. En voici la démonstration.

L'an-

(a) Mr. 's Gravesande dans son *Introduction à la Philosophie*, Chap. XXXIV.

Planche I.  
Fig. 1.

L'angle  $c$  étant commun aux deux triangles  $acb$  &  $AcB$ , & les côtés qui le forment étant aussi proportionnels, on doit conclure que  $ab$  est à  $AB$  comme  $ca$  est à  $cA$ . Or  $ca$  contient autant de parties de l'Echelle ou petite mesure que  $cA$  en contient de la grande:  $ab$  contiendra donc autant de parties de la petite mesure, que  $AB$  en contiendra de la grande dont on s'est servi sur le terrain.

Comment  
on trouve  
la distance  
de deux  
Lieux dont  
un seul est  
accessible.  
Planche I.  
Fig. 2.

Autre Problème. „ Trouver la distance de deux Lieux  $A$  &  $B$ , dont un seul  $A$  „ est accessible “. Ce Problème se résout de la manière suivante.

Ayant posé le Graphomètre dans un lieu choisi à volonté  $C$ , dirigez votre vue par les pinnules du point  $c$  vers les deux points  $A$  &  $B$ . Cherchez la distance de  $C$  au point accessible  $A$ . Transportez cette distance avec une Echelle géométrique, de  $c$  en  $a$ . Placez ensuite le Graphomètre au point  $A$ , en sorte que  $a$  soit précisément sur  $A$ , & que vous puissiez voir un piquet planté au point  $C$  par les pinnules dirigées de  $a$  vers  $c$ . Bornoyez alors de  $a$  vers  $B$ , & tirez la droite  $ab$ . Prenez enfin sur l'Echelle géométrique la distance de  $ab$ , qui vous fera connoître celle de  $AB$ . Voici comme on le démontre.

Puisque l'angle  $c = C$  & l'angle  $a = A$ ,  $ac$  sera à l'égard de  $AC$  comme  $ab$  est à  $AB$ . Or la ligne  $ac$  contient autant de parties de l'Echelle géométrique ou petite Mesure, que la ligne  $AC$  en contient de la grande:  $ab$  doit contenir autant de parties de la petite Mesure ou Echelle géométrique, que  $AB$  en renferme de la grande.

Ce que  
c'est que

On entend par *grande Mesure* une Toise

OB



ou Perche, qui seroit divisée en pieds, grande, pouces, &c. comme elles le sont communément. Si l'Echelle géométrique ou petite Mesure, dont on se sert, est divisée par 10, il faut, ou que la Perche qui sert à mesurer en grand les distances, soit aussi divisée par 10 pieds ou parties, ou faire la réduction en comparant la grande Mesure avec la petite. Par exemple, supposé qu'on se serve d'une Toise ordinaire composée de 6 pieds, qui contiennent chacun 12 pouces, pour mesurer la distance  $cA$  de l'exemple précédent, & que cette distance soit de 6 Toises 4 pouces; si mon Echelle géométrique, au-lieu d'être divisée par Toises de 6 pieds, est divisée par Mesure géométrique de 10 parties, qu'on peut considérer comme des pieds; pour réussir à comparer proportionnellement le nombre des Toises qui se trouvent dans la distance  $cA$ , avec le nombre des parties qui sont comprises dans l'Echelle géométrique, dont les divisions sont de 10 en 10, il faut dans ce cas réduire les Toises en pieds, & en compter autant qu'il se trouve de parties dans l'Echelle géométrique, pour les rapporter de  $c$  en  $a$ . Ainsi, pour plus grande commodité, il faut avoir une Echelle géométrique divisée par 6, quand on se sert d'une Toise, parce qu'une Toise est composée de 6 pieds, & qu'il est pour lors facile de prendre sur l'Echelle géométrique autant de divisions, qu'il se trouve de Toises dans la distance proposée.

Troisième Problème. „ Mesurer la distance de deux lieux inaccessibles  $AB$ ? Comment on mesure la Distance de deux lieux inaccessibles.  
 Pour résoudre ce Problème, ayant choisi les deux Stations  $C$  &  $D$ , placez le Graphomètre.

Planche I.  
Fig. 3.

phomètre à la première C, & plantez un Piquet à l'autre. Du point C bornoyez par les pinnules vers le Piquet D, & puis du même point C ayant aussi bornoyé vers B & A, tirez les lignes droites sur le Graphomètre. Prenez la distance des Stations CD, & portez-la sur le Graphomètre, de *c* en *d*, par le moyen de l'Echelle géométrique. Visez de D vers A & B, & tirez sur le Graphomètre les droites *da* & *db*. Prenez ensuite la distance *ab* sur l'Echelle géométrique, & vous connoîtrez ainsi la distance AB. En voici la démonstration.

Comme l'angle *d* est commun aux deux triangles *dcb* & DCB, & que l'angle *c* est égal à l'angle C, *cd* est à CD comme *bc* est à BC. D'ailleurs, comme par la même raison, le triangle *acd* est semblable au triangle ACD; *cd* sera à CD comme *ac* est à AC, & par conséquent *bc* est à BC comme *ac* à AC. Or l'angle *acb* étant égal à l'angle ACB, *ab* sera à AB comme *ac* est à AC, ou *cd* à CD. Et comme dans l'Echelle géométrique, autant de parties répondent à la droite *dc*, qu'ils s'en trouve dans la grande Mesure qui répondent à la droite DC; il en faut autant dans l'Echelle géométrique qui répondent à la ligne *ab*, qu'il s'en trouvera qui répondent à AB dans la grande Mesure dont on s'est servi sur le terrain.

Manière  
de mesurer  
une hau-  
teur acces-  
sible.

Planche I.  
Fig. 4.

Quatrième Problème. „ Mesurer la hauteur accessible AB”.

Voici comme il faut faire. Prenez un point D dans la campagne, sur lequel vous élevez verticalement votre Graphomètre ou Planchette, de façon que le côté inférieur soit parallèle à l'horizon; situation qu'on

qu'on lui donnera avec un Niveau. Ayant appliqué horizontalement une Règle avec des pinnules sur le centre, vous bornerez à travers du côté de l'endroit dont vous cherchez à connoître la hauteur, & vous menerez ensuite la droite  $cE$ . Tournez la Règle autour du point  $c$  jusqu'à ce qu'en regardant par les pinnules, vous apperceviez le sommet de la hauteur  $A$ , & pour lors vous menerez sur le Graphomètre la droite  $cb$ . Mesurez la distance qu'il y a depuis  $c$  jusqu'au bas de la hauteur  $C$ , & portez-la sur le Graphomètre, de  $c$  en  $E$ , par le moyen de l'Echelle géométrique. Elevez au point  $E$  la perpendiculaire  $Eb$ , qui marquera par son application sur l'Echelle géométrique la hauteur  $AC$ . Ajoutez à cette hauteur celle de  $CB$ , & la somme sera celle que vous demandez. Voici comme on le démontre.

L'Angle  $c$  est commun aux triangles  $Ec b$  &  $CcA$ ; les angles  $EC$  sont droits: ainsi  $cE$  est à  $cC$  comme  $bE$  est à  $AC$ . Or  $Ec$  contient autant de parties de l'Echelle géométrique, que  $cC$  en contient de la grande Mesure.  $Eb$  contiendra donc nécessairement autant de parties de l'Echelle géométrique, que  $AC$  en contient de la grande Mesure dont on s'est servi pour mesurer le terrain.

Cinquième Problème. „ Mesurer une hauteur inaccessible  $AB$ ”. Manière de mesurer

Ce Problème se résout de la manière suivante. Après avoir choisi à volonté les deux Stations  $D$  &  $E$ , comme dans le Problème précédent, bornoyez vers la pointe  $A$ , & le bas  $C$ , étant placé à la première Station  $D$ . Mesurez la distance des

une hauteur inaccessible.  
Planche I.  
Fig. 5.

Manche I. des deux Stations E D, & portez-la, par  
Fig. 5. le moyen de l'Echelle géométrique, du  
point *f*, qui doit répondre perpendiculai-  
rement sur D, au point *e*. Transportez le Gra-  
phomètre de D en E, & posez-le de façon  
que *e* soit précisément sur E, & visez ensui-  
te au Piquet que vous aurez planté en D,  
& au sommet A. Au point où la droite  
*ea* coupe la droite *fa*, abaissez une perpen-  
diculaire *ac* sur *fe*, qui portée sur l'Echel-  
le géométrique donnera la hauteur AC.  
Ajoutez à AC la hauteur BC, la somme  
fera la hauteur AB que l'on demande. On  
démontre cette solution comme celle du Pro-  
blème précédent.



## C H A P I T R E VI.

*Du Lieu, & de l'Espace pur ou du  
Vuide.*

D. C O m m e n t distingue-t-on le Lieu  
que les Corps occupent?

R. On le distingue en Lieu Absolu &  
Lieu Relatif.

Lieu abso-  
lu. D. Qu'est-ce que le Lieu absolu?

R. C'est une partie de l'Univers, laquelle  
est remplie par des Corps.

Lieu rela-  
tif. D. Qu'est-ce que le Lieu relatif?

R. C'est la situation où un Corps se trou-  
ve par rapport à d'autres Corps, avec les-  
quels nous le comparons. On lui donne  
le nom de relatif, parce qu'il dépend en  
quelque sorte des autres Corps, dont on  
compare la relation qu'ils ont avec lui.

D. Don-

D. Donnez-moi un exemple qui éclaircisse cette matière.

R. En voici un. La porte d'une Ville, entant qu'elle est étendue, occupe une partie de l'Espace du Monde, & se trouve par-là dans son Lieu absolu; mais, entant qu'on la compare avec la distance où elle est du milieu de la Ville, de certaines Maisons, des Remparts, elle est dans son Lieu relatif.

D. Le Lieu relatif d'un Corps peut-il rester le même, quoique son Lieu absolu vienne à changer.

R. Oui, & en voici un exemple. Supposez un homme qui se tient tranquille dans une Barque de trait, cet homme est toujours également éloigné de toutes les parties de cette Barque, & il se trouve par conséquent toujours dans le même Lieu relatif; mais comme la Barque avance sans cesse, il ne reste pas dans la même partie commune de l'Espace, puisqu'il est transporté de l'une dans une autre, ce qui fait qu'il change de Lieu absolu.

D. Qu'est-ce que l'Espace pur ou le Vuide?

R. C'est un Etre étendu, similaire ou homogène, uniforme, unique, continu, immobile, indivisible, même par la pensée, immuable, pénétrable, sans aucune résistance, infini, & même suivant quelques Philosophes, éternel, un être qui ne sauroit être modifié ni figuré, c'est le vase universel qui contient toutes les choses créées; c'est enfin une surface capable de contenir un corps sans en contenir néanmoins aucun.

D. Peut-on prouver l'existence d'un tel Etre?

Tome I.

G

R. Oui.

Exemple  
qui éclair-  
cit cette  
matière.

Le Lieu  
relatif peut  
rester le  
même,  
quoique le  
Lieu abso-  
lu change.

Ce que  
c'est que  
l'Espace  
pur ou le  
Vuide.

Preuves de  
son exis-  
tance.

R. Oui, & voici comment. La Pénétrabilité est la propriété d'un Etre réellement existant, ce ne sauroit être la propriété des Corps, ni de la Matière, ce n'est donc que la propriété de ce que tous les Philosophes ont toujours appelé & appellent encore aujourd'hui le Vuide ou l'Espace, & que ceux qui le croient réellement existant regardent comme le Lieu des Corps.

Plus on fait attention à ses idées, plus on sent qu'on a celle de la cession insensible, qui est la Pénétrabilité, & il est même impossible de la concevoir, qu'on ne la conçoive totale dans l'Etre pénétrable, parce que toute partie qui résisteroit, & qu'il faudroit écarter pour se faire passage, seroit contraire à la Pénétrabilité, & par conséquent un Etre pénétrable ne peut avoir de telles parties. D'un autre côté, un Etre qui seroit moins grand qu'un autre, n'en pourroit être pénétré; d'où il suit nécessairement que l'Etre pénétré est plus grand que l'Etre pénétrant, le contenant étant plus grand que le contenu.

D. L'extrême solidité est-elle impénétrable?

L'extrême  
solidité est  
impéné-  
trable.

R. On ne sauroit jamais la concevoir autrement; & c'est la propriété d'un Etre infiniment petit, d'un Etre qui n'ayant point de parties ne sauroit être ni divisé, ni pénétré, enfin d'un Etre qui est un & simple. La dureté est pénétrable, parce qu'elle n'est que la propriété d'un Etre composé. La fermeté & la mollesse ne différant de la dureté que du plus au moins, leur pénétrabilité ne diffère que dans une division de parties plus ou moins facile.

si le mou- D. Le mouvement local pourroit-il se faire

faire, si tout étoit Corps ou Matière?

R. On ne sauroit le concevoir; car si tout est matière, un Corps en mouvement rencontreroit par-tout un obstacle invincible. Lorsqu'on dit que tout est plein, cela signifie qu'il n'y a ni pore, ni vuide: Or s'il n'y a ni pore, ni vuide, il ne sauroit y avoir de mouvement. En voici la preuve.

Supposer un composé, dont les parties soient nécessairement unies sans aucun intervalle de vuide, & dire que ces parties se meuvent indépendamment les unes des autres, comme dans un tourbillon, par exemple, c'est supposer des parties en même tems unies & séparées, ce qui est contradictoire, car s'il n'y a rien entre deux, s'il n'y a point de vuide, elle sont donc unies, elles se touchent donc, & si elles se touchent comment peuvent-elles se mouvoir sans entraîner avec elle toutes celles qui les environnent. C'est aussi supposer qu'elles sont séparées; car, si elles se meuvent indépendamment les unes des autres, il faut qu'elles soient séparées, il faut qu'il y ait quelque chose entre elles pour les empêcher de se toucher, pour leur permettre toute liberté de mouvement, & ce quelque chose est nécessairement le Vuide. Cette preuve paroît bien forte.

D. Ne pourroit-on pas dire que le mouvement se fait dans un Corps rare, creux, poreux, flexible, & qui peut être plus ou moins condensé, tel qu'est l'air.

R. Il s'agit d'expliquer ici ce qu'on entend par un Corps rare, poreux, &c. Si l'on entend par Pore, un Corps qui est tout plein d'air, il s'ensuit qu'un Corps po-

reux est aussi solide, aussi pesant, aussi im-  
pénétrable que ce que nous nommons Corps  
dur. Si l'on entend par Pore, un Corps  
rempli d'interstices, je demande si ces in-  
terstices ne sont pas le Vuide même, ou un  
Espace sans matière quelconque. Si tout  
est plein dans un Corps composé, il n'y a  
plus de Corps poreux ; proprement dits,  
tous les Corps sont également denses, ils  
ne diffèrent entre eux que par la différence  
de leurs parties.

*Idée claire d'un espace vuide.* D. Si l'on suppose que, parmi un grand  
nombre de Corps qui sont en repos, il y  
en ait un qui s'anéantisse, cela ne donne-  
roit-il pas une idée de l'Espace ou du  
Vuide ?

R. Cette supposition en donne une idée  
très claire ; car cette place qu'occupoit le  
Corps anéanti, laisse nécessairement un Vui-  
de, un Lieu où il n'y a ni Corps, ni Ma-  
tière.

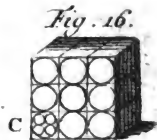
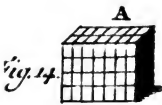
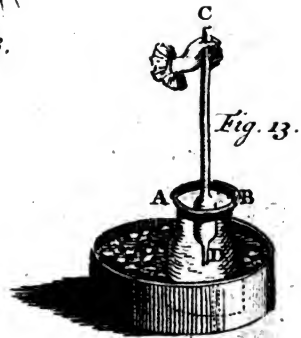
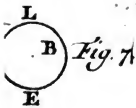
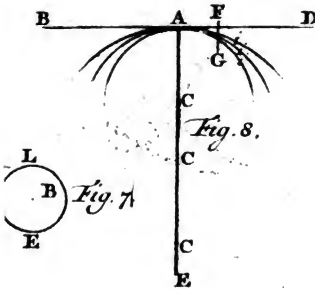
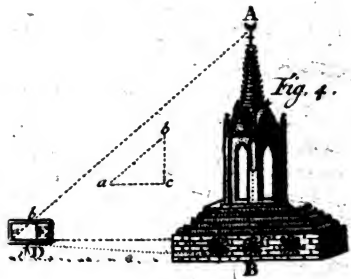
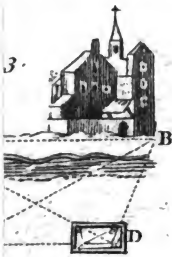
Planche I.  
Fig. 6.

Supposons, par exemple, que Dieu ait  
renfermé dans la Sphère ABC, tous les  
Corps qu'il a créés, de manière qu'ils y  
soient dans un repos parfait : supposons en-  
core que le Créateur anéantisse, par sa  
toute-puissance, le seul Corps B, sans mou-  
voir aucun autre Corps ; ne doit-on pas  
convenir que dans ce cas, l'espace ABC ne  
se trouvera occupé par aucun Corps, &  
que par conséquent il sera vuide ? Ce Vui-  
de ainsi formé ne sauroit être rempli, puis-  
que, comme nous le supposons, le Créa-  
teur n'a anéanti que le seul Corps B, sans  
communiquer le moindre mouvement aux  
autres Corps, qui n'ont pas la faculté de se  
mouvoir ou de se déplacer.

La supposition que l'on vient de faire ne  
ren-







renferme aucune contradiction, elle est donc possible. En voici une autre où je ne vois non plus rien d'impossible. Si Dieu anéantissoit tout à coup l'air dont nous sommes envelopés dans cette Chambre, sans rien changer dans la situation de la Chambre, ni des Corps qui l'environnent, il y auroit du Vuide, & l'on peut dire qu'alors nous nous trouverions immédiatement au-dessous du Vuide. Or cette supposition n'a rien d'impossible, rien qui se contredise, rien qui soit au-dessus de la puissance d'un Dieu qui n'a besoin de rien, qui conserve librement les Corps qu'il conserve, qui peut anéantir les uns sans anéantir les autres, puisque ce sont autant de Substances distinctes.

Supposons encore que Dieu renferme toute la Matière dans les deux Sphères A & B, qui ne se touchent qu'en un seul point, il y aura nécessairement entre les surfaces de ces deux Sphères un Espace vuide, comme FCL & DCE. Flanche I. Fig. 7.

Ceux qui n'admettent point de Vuide, prétendent que dans le cas en question les deux Sphères se toucheroient dans toute leur surface FCD & LCE, parce qu'il n'y auroit alors rien qui les tint séparées. Objection.

Mais comment concevoir que deux Sphères puissent jamais se toucher dans toute leur surface FCD & LCE, puisqu'il est démontré qu'elles ne sauroient se toucher que dans un point. D'ailleurs l'objection que l'on forme ici n'est fondée que sur ce faux principe, que l'Espace est un Rien. Mais si l'Espace est un Rien, pourquoi dit-on qu'il est grand, qu'il est petit, & d'où lui viennent toutes les propriétés que nous Réponse.

venons de lui reconnoître, & qu'on ne sauroit lui refuser? On ne dit rien d'un Rien, on ne parle pas de ce qui n'a aucune propriété.

Autre objection.

Planche I.  
Fig. 7.

D'autres voyant qu'il est impossible que les deux Sphères se touchent dans toute leur surface, répondent à l'argument d'une autre manière. Ce qui se trouve entre les deux Sphères A & B est, disent-ils, une Étendue. Or tout ce qui est étendu est Corps.

Réponse.

Mais comment démontreront-ils que toute Étendue est Corps ou Matière? On voit bien que ce n'est-là qu'une simple supposition.

Autres  
raisons en  
faveur du  
Vuide.

Autres raisons en faveur du Vuide. Pour prouver que le Vuide ou l'Espace pur est quelque chose de positif, les Anciens ont fait cet argument auquel on n'a rien répondu de solide. Qu'un homme aux bornes de l'Univers étende son bras, ce bras doit être dans l'Espace pur, car il n'est pas dans le rien; & si l'on prétend qu'il est encore dans la Matière, le Monde corporel est donc, dans ce cas, infini. Mais si la Substance corporelle est infinie, elle est nécessaire, elle existe par elle-même d'une nécessité absolue, elle est primordiale, antécédente à tout. Si elle est nécessaire elle ne dépend donc point de Dieu, elle est donc ou Dieu même, ou l'une de ses propriétés essentielles. Voilà où paroît conduire le sentiment de ceux qui admettent l'impossibilité du Vuide. Si, au contraire, il y a du Vuide, la Matière n'est point un Etre nécessaire existant par lui-même, elle a été créée.

Portons, tant qu'il nous plaira, notre imagination au-delà des 6000 ans environ, qui

qui se sont écoulés depuis la Création du Monde, notre imagination s'y fait toujours de l'Etendue. Mais dans cette Etendue y a-t-il de la matière, de la solidité? Point du tout, autrement le Monde seroit éternel.

Suivant quelques Philosophes l'Espace existe nécessairement, il est, comme la durée, une propriété essentielle de Dieu, un attribut nécessaire & immuable de l'Etre éternel & immense. Newton a donné lieu à cette opinion. Il dit dans ses Questions d'Optique: „ Ces phénomènes de la Nature ne font-ils pas voir qu'il y a un Etre „ incorporel, vivant, intelligent, présent „ par-tout, qui, dans l'Espace infini, comme dans son *Sensorium*, voit, discerne, „ & comprend tout de la manière la plus „ intime & la plus parfaite?

Si l'Espace pur est un attribut de Dieu.

Leibnitz ayant attaqué la comparaison prise du *Sensorium*, dont Newton s'étoit servi, le Docteur Clarke, pour justifier cette comparaison, établit que nul Etre ne peut agir, connoître, voir où il n'est pas: Or Dieu agissant, voyant par-tout, agit & voit dans tous les points de l'Espace; qui, en ce sens seul, peut être considéré comme son *Sensorium*, attendu l'impossibilité où l'on est en toute Langue de s'exprimer quand on parle de Dieu.

Sentimens de Leibnitz & de Clarke sur cette matière.

Leibnitz prétend que l'Espace n'est que la relation que nous concevons entre les Etres coexistans; qu'il n'est que l'ordre des Corps, leur arrangement, leurs distances. Clarke soutient après Newton, que si l'Espace n'est pas réel, il s'ensuit une absurdité; car si Dieu avoit mis la Terre, la Lune & le Soleil, à la place où sont les Etoiles

G. 4 . . . . . fixes,

fixes, pourvu que la Terre, la Lune & le Soleil fussent entre eux dans le même ordre où ils sont, il suivroit delà que la Terre, la Lune & le Soleil seroient dans le même lieu où ils sont aujourd'hui; ce qui est contradictoire.

Si l'Espace a des parties. D. L'Espace a-t-il des parties?

R. Puisqu'il est étendu, on peut le concevoir en plusieurs portions. Par exemple, l'Espace où est Saturne, n'est pas l'Espace où est Jupiter; le lieu où est la Ville de Paris, n'est pas celui où est la Ville de Londres. Mais l'Espace étant de sa nature inséparable, on ne peut séparer ces portions conçues, on ne peut mettre l'une à la place de l'autre, comme on peut mettre un Corps à la place de l'autre. Ces parties de l'Espace, parties cependant improprement dites, nous les mesurons par le moyen des Corps étendus.

On peut avoir l'idée de l'Espace sans en avoir aucune de la matière. D. Peut-on se former une idée claire de l'Etendue ou de l'Espace vuide, sans en avoir aucune du Corps ou de la Matière?

R. C'est le sentiment d'un des plus grands Mathématiciens de ce siècle (a); & voici les preuves qu'il en donne.

L'idée de Solidité nous vient par l'attouchement. Nous sentons qu'il y a des Corps qui nous résistent, & nous éprouvons même cette résistance à chaque instant de la part de ceux qui, en nous soutenant, nous empêchent de tomber plus bas que nous ne sommes. Nous inférons de cette résistance des Corps, qu'ils ont de la Solidité, & qu'ils excluent tout autre Corps du lieu où ils sont. Nous appliquons même cette idée de

(a) Mr. 's Gravesande dans ses *Elémens de Physique*, Tom. I. Liv. I. Chap. III. pag. 5.

de Solidité aux Corps les plus subtils, à ceux dont les parties ne tombent pas sous les sens, puisque l'Air, qui échape presque toujours à la vue & à l'attouchement, fait très souvent une énorme résistance. Or dans l'idée d'Etendue n'est pas contenue celle de Solidité, puisque l'idée de Solidité ne nous vient que par l'attouchement, & que nous ne la déduisons que de l'idée de la résistance que nous éprouvons.

Celui donc qui n'auroit jamais touché de Corps, celui qui n'auroit jamais éprouvé la résistance d'aucun Corps, auroit une idée claire de l'Etendue, sans pouvoir se former la moindre notion des Corps ou de la Solidité. L'idée du Vuide, l'idée d'une Etendue sans matière, est donc possible. Mais si cette idée du Vuide est possible, le Vuide est donc aussi possible, puisqu'on ne sauroit se former d'idée d'une chose impossible, ou qui impliqueroit contradiction.

Autre preuve de cette possibilité. Quand un Corps se trouve à une certaine distance d'un Miroir concave, le Spectateur voit en l'air l'image de ce Corps devant le Miroir. Cette image représente un vrai Corps avec ses couleurs, & cependant elle ne fait aucune résistance. Supposons qu'un homme n'ait jamais vu que de pareilles images, & qu'une de ces images lui tienne lieu de Corps, auroit-il la moindre idée de ce qu'on nomme Solidité? Non sans doute; & cependant il auroit l'idée de l'Etendue.

Nous avons prouvé ci-dessus (a) que l'Espace a des parties, mais des parties inséparables l'une de l'autre, des parties immobiles, des parties impropres que le Corps n'a pas.

(a) Page 152.

biles, aussi bien que tout l'Espace. Les parties du Corps, au contraire, peuvent changer de place, elles peuvent être séparées l'une de l'autre. L'Espace a donc des propriétés que le Corps n'a pas, c'est donc un Etre tout différent. L'idée de l'Espace est beaucoup plus simple que celle du Corps.

Preuves de  
l'existence  
du Vuide.

Le même Mathématicien que je viens de citer, après avoir prouvé la possibilité du Vuide, démontre ailleurs qu'il y en a réellement. Les preuves qu'il allègue en faveur de l'existence du Vuide, il les tire & de la considération du Mouvement; & de la Résistance causée par l'Inertie de la Matière. Ces preuves paroissent bien fortes; mais comme je ne saurois les exposer ici sans entrer dans de trop longs détails, ou sans leur faire perdre de leur force, en les abrégeant, je crois qu'il suffit d'y renvoyer le Lecteur, en lui indiquant l'endroit de l'Ouvrage où elles se trouvent (a).

Cet Auteur croit même que les phénomènes, par lesquels il paroît que la Gravité est proportionnelle à la quantité de Matière, s'accordent aussi avec l'assertion qu'il y a du Vuide. „ Si, dit-il (b), tout étoit „ plein de Matière, la Gravité agiroit également de tous côtés, c'est-à-dire, que „ les effets de la Gravité ne seroient plus „ sensibles, des Forces égales, dirigées vers „ des côtés opposés, s'entredétruisant mutuellement ”.

Si cet argument ne prouve pas le Vuide, il sert du moins, joint à d'autres preuves,

(a) Dans le Tome II de ses *Elémens de Physique*, Liv. VI. Chap. XII. pag. 389, & suiv.

(b) Ibid. pag. 392.



à le confirmer; & l'on ne peut guère douter de son existence après avoir lu tout ce que nous venons d'alléguer en sa faveur.

*D.* L'étendue de l'Espace est-elle sans bornes? L'Espace est sans bornes.

*R.* On ne sauroit lui en concevoir. On peut envisager la Matière comme bornée, mais il est impossible de se former la même idée de l'Espace.

*D.* Est-il immuable?

*R.* Oui; car n'étant point composé de parties comme la Matière, il n'est susceptible d'aucun changement. Immuable.

*D.* Est-il homogène?

*R.* Il l'est entièrement? Homogène.

*D.* Est-il éternel?

*R.* Quelques Philosophes le prétendent; mais Dieu, qui a pu créer la Matière, a pu aussi créer l'Espace, qui est le Vase dans lequel elle est renfermée. S'il est éternel.

*D.* Peut-il être anéanti?

*R.* Celui qui l'a créé peut aussi l'anéantir. S'il peut être anéanti.

*D.* Si l'Espace a été créé, où étoit Dieu avant ce tems-là.

*R.* Comme Dieu est un Etre infini, il ne sauroit être contenu, comme le sont les Corps, par l'Espace, ainsi il n'a pas besoin de l'Espace pour être ce qu'il est, & où il est. Dieu étoit alors, comme à présent, & comme il le sera toujours, en-lui-même. Son immensité, son infinité, c'est son Lieu, si on peut dire qu'il en ait un. Il est partout, puisqu'il est sans bornes. Lorsqu'il est question de Dieu, on manque de termes pour exprimer & ce qu'il est & la manière dont il existe. Où seroit Dieu s'il n'y avoit point d'Espace.



## C H A P I T R E VII.

*Des Corps, ou de la Matière en général.*

**La Matière** D. Connoit-on toutes les propriétés  
n'est con- de la Matière?  
nue qu'im-  
parfaite- R. Nous n'en connoissons que quelques-  
ment. unes, & nous ne les connoissons même que  
très imparfaitement.

**Propriétés** D. Quelles sont celles qui sont commu-  
communes nes à tous les Corps?  
des Corps. R. Ce sont l'Etendue, l'Impenétrabilité,

la Force d'Inertie, la Mobilité, la Quiescibilité, la Figurabilité, la Gravité ou Péfanteur, & peut-être l'Attraction. La Divisibilité est aussi une propriété commune à tous les Corps composés; mais elle ne convient pas à leurs Elémens, aux plus petites de toutes leurs parties, que l'on nomme *Atomes*, ou Parties insécables, parce qu'on ne sauroit les diviser.

**Leurs propriétés** D. Quelles sont leurs propriétés particu-  
particulie- lières?  
res. R. Il y en a un très grand nombre que nous connoissons, & peut-être un plus grand

nombre encore dont nous n'avons nulle idée. Parmi celles que nous connoissons, on peut compter la Dureté, l'Elasticité, la Fluidité, la Solidité, la Transparence, l'Opacité, le Son, la Colorabilité, &c.

CHA-



# CHAPITRE VIII.

## *Des Elémens des Corps.*

D. Q'U'est-ce que les Elémens des Elémens  
des Corps.  
Corps?

R. Ce sont ces parties insensibles dont les grands Corps sont composés.

D. Quels noms leur donne-t-on ? Leurs dif-

R. On les nomme encore Atomes, Points férens  
noms,  
physiques, premiers Principes, Monades, Semilles; & ceux qui prétendent qu'ils sont parfaitement simples, qu'ils ne sont composés d'aucunes parties, leur donnent aussi le nom d'Unités.

D. Quelles sont les propriétés de ces Leurs pro-  
priétés.  
Principes?

R. Ils sont d'une petitesse prodigieuse, imperceptibles, d'une figure & d'une grandeur constantes, indivisibles, peut-être impénétrables, indissolubles, de la dernière solidité, de la dernière dureté. Leurs parties, car ils doivent en avoir, sont si adhérentes les unes aux autres, qu'on ne sauroit jamais les séparer. Nous ne connoissons point leur nature, nous ne la connoissons jamais. Nous ne pouvons en rien comprendre, que ce que la Nature nous en fait apercevoir, par les effets constans & merveilleux qu'elle produit (a).

D. Com-

(a) Ce que dit Boerhave sur les Elémens, les Atomes, ou premiers Principes des Corps, est admirable. Voici comme il en parle dans cette  
G 7 bel-

Preuves  
de leur  
existence.

D. Comment prouve-t-on l'existence de ces Elémens?

R. On

belle Harangue qui a pour titre, *de comparando Certo in Physicis.*

„ Utcunque tamen doctrinam hanc colueris,  
„ intelliges nihil de indole horum Principiorum,  
„ nisi quatenus testâ eorum natura revelatur per  
„ effectus, qui lumine experientiz in sensus re-  
„ fulgent, atque docent, esse revera aliquid  
„ incogniti, cujus id ingenium, ut tales inde  
„ mutationes prodire queant. Id ipsum verò  
„ quale sit, quâ vi eventa hæc efficiat, jam, ut  
„ ante, ignorabis. Ita plane est, ut in causâ,  
„ quam hic indagas, reperias nihil præter id  
„ quod sensu attingis; ideoque non ex causa ef-  
„ fectuum, sed ex hoc aliquid illius, subintelli-  
„ gis. Atomon qui dicit, corpusculum cogitat  
„ mole exiguâ sensus penitus fugiens, cujus par-  
„ ticulæ firmo adeo nexu coherent inter se, ut  
„ separari a se mutuo per vim quorumcunque  
„ corporum renuant. Erunt ergo constantis figu-  
„ ræ & mensuræ Elementa. Sed, obsecro, quâ-  
„ nam ratione corpuscula hæc adesse cognovisti?  
„ Si intelligentiam tuam excutis, si explicas  
„ hanc, si candidus deinde respondes, sola per  
„ experimenta physica hæc tibi nota evasisse affir-  
„ mabis. Animadvertenti scilicet in novas per-  
„ petuo formas corpora mutari, quæ resoluta  
„ iterum in antiquum denuo suant chaos, dum  
„ interim per tot millia annorum constans fere  
„ tibi perstat Universi fabrica, facile fuit cernere  
„ in Elementis fines, quos corporum potentia  
„ transilire nequeat. Esse ergo quædam non mu-  
„ tabilia, quæ adunata novi quid creare videan-  
„ tur mire variatâ specie, ita tamen ut, si com-  
„ pages rursus laxatur, resolvantur in simplicia,  
„ & tunc mutari porro nequeant. Nasci ergo de  
„ novo nihil, renasci omnia Mutari compo-  
„ sita, neque interim Elementa dissolvi. Quid  
„ itaque cognoscis in Atomo? nihil præter id,  
„ quod sensu assequeris. Individuum vocabis?  
„ sed hanc ejus proprietatem non rationis re sub-  
„ tilis contemplatio, verum observata in rebus

ne-

R. On prouve la nécessité de leur existence par cette considération, que les différentes Espèces des Corps animés ou inanimés sont toujours invariablement les mêmes, & qu'il ne s'en forme point de nouvelles. Un Homme est toujours un Homme, un Chêne est toujours un Chêne. Ces Espèces ne seroient pas toujours les mêmes, si Dieu n'avoit formé des Etres primitifs & inaltérables qui en sont les Elémens.

D. L'expérience ne prouve-t-elle pas aussi la même chose ?

Expériences qui prouvent cette existence.

R. Toutes les recherches, faites par le plus habile Chymiste (a) de ce Siècle, sur le Feu, sur l'Air, sur l'Eau, sur la Terre, & sur les Dissolvans que la Chymie emploie, le condui-

„ necessitas, docuit. Quæ vero causa potro sit,  
„ quâ particulæ ejus tibi prorsus incognitæ coi-  
„ verint in unum, arte cohæreant, molis deter-  
„ minatæ sint, figuris ornentur variis, discrepent  
„ inter se, ut te fatigaveris quærendo, nunquam  
„ investigabis. Agnoscis hanc extensam ? id  
„ vero Inani commune habet. Agnoscis non  
„ penetrabilem ? Qui vero scis ; an quia extensa ?  
„ tum autem & vacuum, per quod libera ducit  
„ vestigia Atomos, nihil transmitteret. Quare  
„ manifesto patet non aliunde hanc in Atomo  
„ potentiam resistendi innotuisse, quam quia in  
„ omni corporum conspectu semper observatur.  
„ Atque ideo omnes has dictas Atomi dotes non  
„ perspexisti in specie principii quam mente prius  
„ gerebas, non ergo in formâ ejus insignitâ &  
„ impressâ in animo Philosophi, sed inventas in  
„ effectus coactus fuisti assignare incognitæ illi  
„ causæ, unde effecta illa pendere arbitraris. Si-  
„ mulac autem aliud quid præter modò dicta ex-  
„ ponere inde conaris, næ facies tanto conatu  
„ intelligendo nihil ut intelligas.

(a) Boerhave. Voyez sa Chymie.

duisent par des épreuves sans nombre à reconnoître: 1. qu'il y a plusieurs Corps élémentaires d'une simplicité parfaite, ou d'une simplicité telle, qu'on ne peut ni en desunir, ni en assigner les Principes; 2. qu'outre les quatre Elémens connus, le Sel est encore de la même simplicité dans sa nature primitive, & ne varie ses effets toujours surprenans, que par ses associations à d'autres natures & à différentes bases; 3. que les Métaux, le Vif-argent y compris, sont d'une égale simplicité, entièrement différens entre eux, & absolument différens de tous les autres Corps; 4. qu'on ne sauroit, par la transmutation des parties, former un Métal avec une matière qui n'est point métallique; 5. que tels sont les Corps dans un grand volume, tels on les retrouve dans la plus petite parcelle; 6. que ceux d'entre les Corps élémentaires, qui ont le plus d'action & de force, comme l'Air, le Sel & le Feu, même le plus terrible, n'agissent que sur la surface des autres Elémens, & ne peuvent que les desunir ou les assembler, mais non les entamer & les changer; 7. que toutes les impulsions & les attractions, s'il y a des attractions, peuvent mêlanger les natures élémentaires, les varier par ces mélanges, les amalgamer, les diviser, les amincir jusqu'à les rendre insensibles; mais que toutes les natures simples, comme les Chaux d'Or, d'Etain, & des autres Métaux, l'Eau, la Terre, &c. demeurent indestructibles & inébranlables à quelque action que ce soit de ce qui est créé. D'où il suit que la Chymie, qui emploie des Agens naturels, & qui ne peut aller plus loin que la force de ces Agens

ne

ne le permet, est bornée à unir ou à décomposer des natures faites; mais qu'elle ne peut détruire ce qui est, ni le changer en ce qu'il n'est point, ni produire un grain d'une nature nouvelle. Il y a donc des Elémens pour chaque espèce de Corps, & ces Elémens sont indestructibles.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE IX.

### *De la Divisibilité de la Matière.*

D. **Q**uest-ce que la divisibilité de la Matière? Divisibilité de la Matière

R. C'est une propriété des Corps par laquelle ils peuvent être divisés ou réduits en parties, soit actuellement, ou seulement par la pensée.

D. Jusqu'où peut aller la divisibilité de la Matière? Difficulté d'en fixer les bornes.

R. On ne sauroit en fixer les bornes. Quelque divisé que soit un Corps, on le conçoit toujours comme divisible; l'esprit y trouve toujours quelque chose qui regarde l'Orient, & quelque chose qui regarde l'Occident, & ce qui regarde l'Occident n'est point ce qui regarde l'Orient. Dans la moindre de toutes les particules on imagine encore deux moitiés: les surfaces qui la renferment, quoiqu'infiniment rapprochées, ne se confondent jamais; & on peut toujours dire la même chose à chaque nouvelle division qu'on veut feindre.

D. Est-elle donc divisible à l'infini? Si la Matière est divisible à l'infini.

R. Il est évident que, s'il s'agit d'une matière divisible à l'infini.

division idéale, on peut répondre par l'affirmative; mais c'est une autre question de savoir si la Nature est effectivement aussi féconde que notre imagination.

Si les Elémens peuvent être divisés.

D. Croyez-vous que les Elémens des Corps, dont nous avons parlé dans le Chapitre précédent, puissent être divisés?

R. Cela ne s'accorde nullement avec la nature de ces Elémens. Suivant la description qu'en donnent quelques Philosophes, on doit les considérer comme parfaitement simples, sans parties constituantes, en un mot comme des Unités. Or, disent-ils, il ne peut y avoir de division sans multiplicité de parties, puisque par la division on sépare l'un d'avec l'autre, & qu'on écarte deux Unités. N'y ayant donc point de division sans multiplicité de parties, les Elémens des Corps ou Atomes ne sauroient être divisés, puisqu'ils n'ont point de parties. Le résultat des expériences, rapporté dans le Chapitre précédent, tend encore à prouver que les Corps ne sauroient être divisés que jusqu'à un certain point. Si les Elémens pouvoient être divisés à l'infini, nous ne verrions pas naître toujours les mêmes Espèces, tant parmi les Animaux, que parmi les Végétaux.

Voilà ce que pensent sur cet article quelques Philosophes. Mais s'il n'y a dans la Nature aucune force capable de diviser les Elémens, on conçoit cependant qu'ils peuvent être divisés, & même à l'infini, puisque, quelque simples qu'ils soient, ils ont toujours des parties, & ces parties sont composées d'autres parties; que l'on conçoit divisibles à l'infini, desorte qu'il ne sauroit y avoir d'Unités proprement dites.

D. La



*D.* La divisibilité n'a donc lieu que dans les grands Corps, dans les Corps composés, & quine sont point des Elémens? Inconvénient qui résulteroit de leur division.

*R.* Cela paroît démontré. Si les Elémens pouvoient être divisés par les forces de la Nature, les Espèces périroient, les formes des Corps changeroient, tout retomberoit dans le cahos & la confusion.

*D.* N'y a-t-il par des observations qui font voir la prodigieuse divisibilité des Corps? Exemples de la prodigieuse divisibilité des Corps.

*R.* Il y en a un grand nombre; mais je me contenterai d'en rapporter quelques-unes. Mr. Rohault a trouvé par le calcul, dans un pied cubique d'or, 21584 onces; dans chaque once plus de quatre millions de lignes. Dans chaque ligne combien l'esprit ne verroit-il pas encore de points ou de particules plus minces? Suivant Mr. de Réaumur, célèbre Académicien, un Cilindre d'argent de 45 marcs, & qui n'a que 22 pouces de long, en acquiert par la filière environ 13963240. Qu'on imagine le nombre des particules insensibles d'une si petite étendue! Mais ce n'est pas encore tout. Cette once seule de feuilles d'or appliquées sur le Cilindre d'argent, se retire en fil d'or par la filière, & s'allonge assez sur l'argent pour égaler la longueur de 100 lieues, & attacher Lyon avec Paris par une espèce de chaîne d'or. L'art peut l'allonger jusqu'à la longueur de 120 lieues de 2000 toises chacune.

*D.* Ces faits sont curieux, y en a-t-il d'autres qui les confirment? Autres exemples.

*R.* On dit qu'à Augsbourg, un habile Tireur d'or fit de ce Métal un fils, qui avoit 500 pieds de long, & qui pesoit un grain; on auroit pu, par conséquent, le divi-

diviser encore en 360000 parties visibles. Boyle, Philosophe Anglois, nous apprend qu'une feuille d'or, qui auroit 50 pouces en quarré, ne seroit que de la pesanteur d'un grain; par conséquent chaque pouce quarré ne doit peser que la  $\frac{1}{36}$  partie d'un grain. Un pouce cubique d'or pèse 12  $\frac{1}{2}$  onces, ou 6000 grains: si donc 6000 grains font l'épaisseur d'un pouce, la  $\frac{1}{36}$  partie d'un grain fera la  $\frac{1}{36 \times 6000}$  partie d'un pouce; car, selon la Règle de Trois 6000, 1 ::  $\frac{1}{36}$ ,  $\frac{1}{36 \times 6000}$ . Ainsi 300000 de ces petites feuilles entassées les unes sur les autres feront l'épaisseur d'un pouce, d'où il paroît encore combien cet Or peut devenir mince par l'écartement des parties sous les coups de marteau.

Voici une autre remarque touchant ces mêmes feuilles d'or. Supposez que l'on puisse diviser la longueur d'un pouce en 600 parties visibles, ce qui est effectivement possible, on pourra diviser une feuille d'un pouce quarré en 600 petits fils visibles, & chacun de ces petits fils en 600 parties visibles, qui seront par conséquent quarrés, d'où il suit que chaque pouce quarré est divisible en 360000; cinquante pouces semblables pesent un grain, ainsi un grain d'Or pourra être divisé en 18000000 parties visibles.

Il paroît par une expérience faite par Mr. Boyle, qu'un grain de cuivre dissous dans de l'esprit de Sel Ammoniac, & mêlé ensuite avec de l'eau, peut être divisé en 22788000000 petites parties visibles.

Petitesse  
de certains  
Animaux.

Le fameux Leuwenhoek a vu dans de l'eau, où l'on avoit jetté du Poivre, trois fortes

fortes de petits Animaux qui y nageoient. Le plus petit de ces Animaux, mis en parallèle avec un grain de sable, étoit comme 1 est à 1000000000. Mr. de Malézieu a vu au Microscope, des Animaux vivans 27 millions de fois plus petits qu'une Mite. Il aperçut au travers de leur peau transparente des viscères, des œufs, des figures de Fœtus ou de Petits, une espèce de sang qui circuloit par des mouvemens contraires.

Ces Animaux, 27 millions de fois plus petits que les plus petits des Animaux sensibles, ont donc dans leur petitesse presque infinie, des yeux, des pieds, des intestins, des veines, des artères, un cœur, du sang. Les particules de leur sang les plus déliées sont apparemment à leur corps, comme les particules de notre sang les plus déliées, qu'on appelle esprits animaux, sont à notre corps. Les particules de notre sang les plus déliées sont presque infiniment plus petites que notre corps; donc les particules les plus déliées dans ces Etres animés sont presque infiniment plus petites que leurs corps, qui est 27 millions de fois plus petit qu'une Mite. L'imagination se perd dans la petitesse énorme des ces parcelles.

Pour donner une juste idée de la subtilité prodigieuse des particules de la Matière, un célèbre Mathématicien a fait le calcul suivant (a).

Huit grains d'Or suffisent pour dorer un Lingot d'Argent d'une once, dont on fait ensuite un Fil d'Or de la longueur de

Calcul de  
Mr. 's Gra-  
vesande,  
qui prouve  
la subtilité  
prodigieu-  
se des par-  
ticules de  
la Matière.

(a) Mr. 's Gravesande, *Elémens de Physique*,  
Tom. I. Liv. I, Chap. IV. page 15.

treize mille pieds. Le poids de cet Or est  $\frac{1}{114}$  du poids de l'Argent qu'il sert à dorer. Le volume de l'Or est au volume de l'Argent, quand les poids sont égaux, comme 10 à 19; donc le volume de l'Or, dont on se sert pour couvrir l'Argent, est au volume de l'Argent qui en est couvert, comme 1 à 114, car  $10 : 19 :: 60, 114$ . Un pied cubique d'Eau pèse  $63\frac{1}{2}$  livres, & l'Argent est dix fois plus pesant; ainsi le poids d'un pied cubique d'Argent est de 635 livres. Le Cube est au Cylindre, de même hauteur & de même diamètre, environ comme 14 à 11; donc le poids d'un pied cylindrique d'Argent est de 499 livres, ou de 7984 onces. D'une once on fait un Fil de 14000 pieds, & par conséquent en multipliant 14000 par 7984, un pied cylindrique d'Argent contient un Fil de 111776000 pieds.

Les superficies des Cercles sont comme les quarrés de leurs diamètres, & par cela même le quarré du diamètre du Fil est au quarré d'un pied comme 1 à 111776000: or comme les racines de ces nombres sont 1 & 10572, les diamètres dont il s'agit, ont aussi entre eux la même raison; ainsi le diamètre d'un Fil est  $\frac{1}{10572}$  de pied, ou  $\frac{1}{881}$  de pouce. L'Or dont on couvre l'Argent, en augmentant le volume de  $\frac{1}{114}$ , c'est-à-dire que la section circulaire du Fil est augmentée de cette quantité, ce qui se fera, si l'on entoure le Fil d'une lame, dont l'épaisseur soit la quatrième partie de  $\frac{1}{114}$  du diamètre; la circonférence multipliée par

PHILOSOPHIE MODERNE. 167  
 par le quart du diamètre donnant l'aire du  
 Cercle.

L'épaisseur de l'Or est donc  $\frac{1}{456}$  du dia-  
 mètre du Fil, lequel diamètre est  $\frac{1}{881}$  de  
 pouce: d'où il suit que l'épaisseur de l'Or  
 n'est que  $\frac{1}{401726}$  de pouce. Pour que ces

Fils si minces puissent envelopper des Fils  
 de soie, on les aplatit, ce qui rend leur  
 superficie au moins trois fois plus grande,  
 & diminue en même raison l'épaisseur de  
 l'Or, laquelle n'est plus alors que de  $\frac{1}{1205208}$ .

Le Fil n'est pas également doré dans tous  
 ses points, & l'Or n'a peut-être dans quel-  
 ques endroits que la moitié de l'épaisseur  
 qu'on vient de déterminer, c'est-pourquoi  
 on peut, sans courir risque de se tromper,  
 fixer la moindre épaisseur à  $\frac{1}{2000000}$  de pou-  
 ce, c'est-à-dire, à la millième partie d'un  
 pouce, divisée en deux mille parties.

Une pareille division de l'Or existe ac-  
 tuellement; & par conséquent des particu-  
 les, séparées par le secours de l'art, n'ont  
 pas un plus grand diamètre, & sont dans  
 une sphère d'Or d'un pouce de diamètre au  
 nombre de 8. 000. 000. 000. 000. 000;  
 & dans un petit grain de sable, dont le dia-  
 mètre égale la centième partie d'un pouce,  
 au nombre de 8. 000. 000. 000. 000. Ainsi  
 une particule est au grain de sable, comme  
 ce grain est à un globe dont le diamètre  
 auroit plus de 16 pieds, & ce globe ne  
 contiendrait pas une plus grande quantité  
 de ces petits grains de sable, que chacun  
 de ces grains ne contient de particules. Or  
 le



prétend démontrer cette divisibilité (a). Planche I.  
Que les lignes AE & FG, peu éloignées Fig. 2.

l'une de l'autre, soient toutes deux perpendiculaires à la ligne BD; que des centres C, C, C, &c. à la distance A, on décrive des cercles qui coupent la ligne FG aux points i, i, &c.; plus le rayon AC sera grand, plus la partie iF deviendra petite: or ce rayon peut être augmenté à l'infini, & la partie iF diminuée de même, sans que pourtant cette partie puisse devenir égale à rien, à cause que le cercle ne peut jamais se confondre avec la ligne droite BF. Des parties de grandeur quelconque peuvent donc être divisées à l'infini, sans qu'il y ait jamais aucune fin à la division.

D. Ne suit-il pas de la divisibilité du Corps, que la plus petite particule de matière pourroit remplir un espace quelconque fini, quelque grand qu'il puisse être? Si la plus petite particule peut remplir un espace quelconque fini.

R. Il n'y a aucun lieu d'en douter. Cette particule peut même remplir l'espace en question de telle manière, qu'il ne s'y trouvera aucun pore dont le diamètre surpasse la moindre petite ligne donnée. Pour le démontrer, il faut concevoir l'espace qui doit être rempli, divisé en cellules cubiques, dont les côtés soient égaux à la petite ligne qui doit servir de diamètre aux pores, ou moindres que cette ligne: le nombre des cellules sera fini, & la particule pourra être divisée en autant de petites parties qu'il

(a) 's Gravesande, *Elémens de Physique*, Tom. I.  
Liv. I. Chap. IV. pag 7.

qu'il y a de cellules, de manière que chacune ait la sienne: il faut concevoir, outre cela, que de chacune de ces parties ait été formé un globe creux. A cause de la divisibilité de la Matière, tout globe creux peut toujours s'étendre, en diminuant l'épaisseur de la Matière dont il est formé: or comme dans chaque cellule il y a un pareil globe, ils pourront tous s'étendre jusqu'à ce qu'ils se touchent, & qu'ils remplissent aussi tous ensemble l'Espace donné.

Si l'Infini  
peut être  
contenu  
dans le Fi-  
ni.

*D.* Mais s'il est vrai que la Matière soit divisible à l'infini, ne s'ensuivra-t-il pas delà que l'Infini peut être contenu dans le Fini, que tous les Corps sont égaux, ou qu'il y a des Infinis de différente grandeur?

*R.* On ne doit pas attribuer à l'Infini, considéré en général, les propriétés d'une quantité déterminée. Si l'on appelle Infini toute quantité qui ne sauroit être surpassée, par une quantité du même genre, on a raison de dire, eu égard à cette définition, que la Matière n'est pas divisible à l'infini. Mais ceux qui admettent la divisibilité de la Matière à l'infini, donnent le nom d'infini à tout ce dont la grandeur, quelle qu'elle soit, peut être déterminée; & ce qu'ils soutiennent, c'est que le Corps ne peut être divisé en un nombre de parties, qui soit le plus grand de tous, & que la division n'a point de bornes. Or les Mathématiciens démontrent, que dans une quantité finie il y a un nombre de parties plus grand que tout nombre fini. Qui ne voit, par exemple, que cette progression  $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$  &c. peut être continué à l'infini, ou, ce qui revient au même, qu'il n'y



n'y a point de terme assignable qui puisse la borner ?

Comme on n'a point d'idée de l'Infini, on ne sauroit concevoir les vérités qu'on démontre à cet égard. Mais doit-on révoquer en doute des conséquences déduites immédiatement de principes certains, & refuser à ces conséquences le droit de servir de principes à leur tour ? On démontre, au sujet de la divisibilité de la Matière, un grand nombre de choses qui passent la portée de notre esprit, & dont celles qui ont rapport à la Courbe, connue sous le nom de Spirale Logarithmique, sont des plus remarquables. Une des propriétés de cette Courbe est, que tous les angles qu'elle forme avec les lignes tirées de son centre à quelqu'un de ses points, sont égaux entre eux. Mais nous renvoyons sur cela aux Mathématiques.

Il est aussi démontré que tous les Infinis Tous les ne sont pas égaux. Une ligne qui part d'un Infinis ne point ne peut-elle pas être prolongée à l'infini ne l'infini, & cette ligne n'est-elle pas réelle-égale.ment infinie ? Cependant elle est moindre qu'une ligne qui s'étend à l'infini de deux côtés opposés ; & cette dernière est surpassée par la somme des deux. Une ligne infinie contient un nombre infini de pieds ; & un nombre de pouces douze fois plus grand. Mais ce qu'on démontre de plus paradoxé au sujet de l'Infini, & qui est au-dessus de notre portée, c'est ce qui regarde les différentes classes d'Infinis. On peut consulter sur cette matière Mr. de Fontenelle (a).

D. Peut-

(a) Dans ses *Elémens de la Géométrie de l'Infini*.

Aucun fait tiré de la Physique, la divisibilité de la Matière ne prouve à l'infini ?

R. La chose est impossible. L'Infini ne se voit pas, il ne se compte pas, on ne sauroit même le concevoir. La raison diète qu'il y a des Infinis, qu'il s'en trouve de différentes sortes, mais elle ne les comprend pas, elle est absorbée & perdue lorsqu'elle veut y atteindre.

Faits qui prouvent l'étonnante subtilité des parties des Corps. D. A-t-on des faits sensibles qui prouvent la prodigieuse divisibilité des Corps & l'étonnante subtilité de leurs parties ?

R. Il suffit d'en appeler à l'expérience; & nous allons faire connoître cette vérité par des faits capables d'exciter l'attention d'un Esprit curieux & qui cherche à s'instruire.

Planche I.  
Fig. 9.

*Première Expérience.* Qu'on mette sur trois petits clous une pièce mince de monnoie, *a*, de cuivre, d'argent, ou d'or, & qu'on allume dessous, *b*, & dessus, *c*, de la Fleur de Soufre; cette pièce se séparera en deux selon son plan & souvent même l'une des deux parties, plus mince & plus cassante, laissera encore l'autre assez bien marquée pour ne paroître pas sensiblement diminuée.

Dans cette expérience la partie la plus subtile du Soufre, qui se développe en brulant, & qui s'insinue de part & d'autre entre les parties du métal dilaté par le feu, forme dans l'intérieur de la pièce, & selon son plan, une couche de matière étrangère au métal, qui cause la division, & qu'on aperçoit quand les parties sont séparées.

Fig. 10.

*Seconde Expérience.* Dans un Verre à boire *A* on met des petites feuilles de cuivre; dans

dans un autre Verre semblable B on met <sup>Planche 1.</sup> un peu de limaille de Fer ou d'Acier; on <sup>Fig 10.</sup> verse dans l'un & dans l'autre une demi-once d'Eau-forte. Dans le premier Vaisseau A il se fait un petit bouillonnement : le métal paroît agité; son volume diminue en apparence; la liqueur s'échauffe; elle prend une couleur verte; les feuilles disparaissent enfin; & l'on aperçoit une vapeur qui s'élève au-dessus du Verre. Dans l'autre Vase B on remarque des effets à peu près semblable, mais plus prompts, plus violens, & la couleur approche du rouge.

Les parties de l'Eau-forte, qu'on peut considérer comme autant de petits tranchans ou de petites pointes fort aiguës, sont portées entre les parties du cuivre & du fer par une force dont la connoissance partage encore les Physiciens. Chaque petite masse, pénétrée de toutes parts, disparoit peu à peu par la division de ses parties, qui nagent indépendamment l'une de l'autre dans la liqueur qui les a desunies, & qui par leur mélange paroît sous une couleur qu'elle n'avoit pas avant l'opération. La chaleur, qui naît pendant la dissolution, est une suite naturelle du mouvement des parties & de l'action d'une matière sur l'autre: comme aussi la vapeur qui s'élève sensiblement, est un effet de la chaleur augmentée.

Dans le Verre B l'opération se fait avec plus de promptitude & plus de violence, parce que l'Eau-forte a plus lieu d'exercer son action sur le Fer réduit en limailles, que sur le Cuivre qu'on a laissé en feuilles; elle agit d'autant plus, qu'elle est appli-

quée en même tems à plus de surface : or les quantités de matières étant égales, celle-là présente plus de superficie, qui est plus divisée. On peut dire aussi que le Cuivre, à volume égal, est plus pesant que le Fer ; il y a donc plus de vuide dans le dernier de ces deux métaux, & par conséquent plus d'accès à l'Eau-forte, toutes choses étant égales d'ailleurs.

L'Eau commune fait à l'égard d'un grand nombre de Corps, ce que l'Eau forte opère sur les métaux ; elle divise les terres, les sels, les sucres des plantes, elle se charge de leurs parties divisées, & elle les tient séparées, tant qu'elle est en quantité suffisante pour empêcher qu'elles ne se rejoignent. Ces fortes de dissolutions ne décomposent point les Corps, elles ne font rien autre chose que diviser leurs masses, & rendre indépendantes les unes des autres leurs molécules ainsi desunies. Les infusions ne font que des dissolutions ordinairement plus lentes, avec cette différence, qu'au-lieu de faire disparaître toute la masse, elles en détachent seulement une certaine portion ; elle deviennent bien plus promptes & plus chargées avec l'eau chaude ; la chaleur augmente la liquidité de l'eau, & la rend plus pénétrante ; elle dilate les solides qu'on y plonge, & les rend plus pénétrables.

Planche I.  
Fig. 10.

*Troisième Expérience.* Au fond d'un grand Vase de cristal C, on délaie le poids d'un grain de Carmin, & l'on remplit d'eau bien nette le Vase, qui tient dix Pintes de Paris. La couleur s'étend de manière, que tout le volume d'eau en paroît sensiblement teint. Le Carmin est une fécule, ou une espèce

espèce de lie très fine, que l'on tire par infusion de la Cochenille, & de quelques matières végétales ; les parties qui ont déjà été divisées par la préparation qu'on en a faite, cèdent fort aisément à l'action de l'eau, qui les pénètre & qui les étend ; de manière qu'elles se partagent proportionnellement à toute la masse du fluide.

La matière est extrêmement divisée dans cette expérience. Pour s'en former une idée, il suffit de connoître le rapport du poids d'un grain à celui de dix livres, qui est comme celui de l'unité à quatre-vingt-douze mille cent soixante. Mais une quantité d'eau pesant un grain, se présente encore sous un volume bien sensible, qui, pour être coloré uniformément, doit contenir plusieurs particules de Carmin : quand on n'y en supposeroit que dix, le produit qu'on vient de citer, se trouveroit augmenté encore de dix fois sa valeur ; ce qui fera neuf-cent vingt-un mille six cent parties sensibles dans un volume qui étoit bien peu considérable avant que d'être étendu dans l'eau.

C'est par des particules de matières ainsi divisées & étendues dans quelques liquides que les Peintres & les Teinturiers donnent aux surfaces des Corps certaines couleurs qu'elles n'ont pas naturellement. Celles qui sont peintes, toujours cachées sous l'enduit dont on les couvre, ne sont plus visibles par elles-mêmes, mais par les couches dont le Peintre les a revêtues. Il n'en est pas de même de celles que l'on fait teindre ; on les prépare pour l'ordinaire dans un bain qui, par la chaleur, & par l'action de certains Sels, dilate les pores, &

creuse une infinité de petites cellules propres à recevoir ensuite les parties colorantes. C'est principalement cette préparation qui rend les Teintures durables, & qui empêche que les matières teintes ne se décolorent quand on les lave.

Planche I.  
Fig. 11.

*Quatrième Expérience.* La figure de cette Expérience représente une petite Cassiolette de verre, *a*, en partie pleine d'une liqueur odorante, comme de l'eau de fleurs d'Orange, ou de l'esprit de Vin chargé de Lavande, & posée sur une petite Lampe allumée. Quand la liqueur commence à bouillir, il sort par le bec de la Cassiolette une vapeur fort abondante, *b*, qui se répand dans toute la chambre, & qui s'y fait sentir d'une extrémité à l'autre, sans cependant qu'il paroisse une diminution sensible dans le volume de la liqueur, lorsque l'expérience cesse après deux ou trois minutes.

La vapeur qui porte son odeur dans toute la chambre, n'est rien autre chose que la partie la plus évaporable de la liqueur, que le feu a séparée de la masse, & qu'il a extrêmement divisée. Ces petits Corps, nonobstant le peu de diminution qu'ils causent au volume qu'ils ont quitté, se trouvent en assez grand nombre pour se répandre également, & se faire sentir dans un très grand espace.

Veut-on connoître ce nombre prodigieux de particules odorantes, & se représenter d'une manière plus précise la division surprenante qu'a dû souffrir la petite quantité de liqueur évaporée; il suffit de la comparer au volume d'air contenu dans une chambre qui peut avoir 12 pieds en  
quarré

quarré sur 10 de hauteur. Quand ce peu de liqueur dont il s'agit, égaleroit deux lignes cubiques avant l'expérience, & qu'après l'évaporation il ne se trouvât que 4 particules dans chaque ligne cubique d'air; que de millions de parties n'apercevra-t-on pas par cette comparaison, & par ce calcul qu'on peut faire facilement! Mais ces millions de parties, de combien ne seront-ils pas encore augmentés, si l'on fait attention que ce qui fait ici l'odeur sensiblement répandue, n'est que la moindre partie de ce qui s'est évaporé! Car dans une liqueur, ou dans une vapeur odorante, on doit distinguer les parties propres du liquide de celles dont il est parfumé.

Combien de particules odorantes ne se trouve pas dans un grain d'Encens, qui étant brûlé se fait sentir dans toute l'étendue d'une grande Salle. Un grain de Musc, sans presque rien perdre de sa substance, exhale des années entières une odeur très forte. Boyle dit qu'il avoit une paire de Gands d'Espagne, qui depuis 29 ans parfumoient tout ce qu'ils touchoient.

D. Que doit-on conclure de toutes ces observations?

Ce qu'on doit conclure de ces observations.

R. Que tous les Corps que nous connoissons, ou qui tombent sous nos sens, ne sont que des assemblages formés par le concours de plusieurs masses plus petites; qu'ils se divisent par une division actuelle en des parties sensibles & insensibles d'une manière si prodigieuse, que cela surpasse notre intelligence & les forces de notre imagination.

A l'égard de la fameuse question, si la Matière est divisible à l'infini, on peut y répondre.

Opinion raisonnable sur la

question  
de la divi-  
sibilité de  
la Matière  
à l'infini.

répondre par l'affirmative, s'il ne s'agit que d'une divisibilité purement idéale ou imaginable, puisque tout se réduit à savoir si l'on conçoit toujours comme divisible un corps, quelque divisé qu'il puisse être. Dans la plus petite particule, dans ce qu'on nomme un Atome, on conçoit toujours deux moitiés; différens côtés, un orient, un couchant, un midi, un septentrion, un centre, des surfaces qui le renferment, & qui quoiqu'infiniment rapprochées, ne sauroient cependant jamais se confondre; desorte qu'on peut toujours dire la même chose à chaque division qu'on voudroit feindre.

La divisi-  
bilité idéal-  
le est sans  
bornes.

Cette divisibilité idéale n'a donc point de bornes; & si l'Art & la Nature s'entendoient pour exécuter tout ce que nous pouvons imaginer à cet égard, on pourroit trouver dans l'aile de la plus petite mouche un nombre de parties qui égaleroit celui des grains de sable qui se rencontrent sur les bords de tout l'Océan. C'est ce que nous avons démontré ci-dessus par des argumens auxquels il n'y a rien de solide à répondre.

Si la Nature  
peut  
exécuter ce  
que notre  
imagination  
se représente.

Mais, dira-t-on, notre imagination va bien loin; la Nature exécute-t-elle, ou peut-elle même exécuter ce que nous nous représentons comme possible? Ces petites portions d'Etendue, qui se touchent sans se confondre, pour être réellement distinguées l'une de l'autre, sont-elles pour cela actuellement divisibles? Ont-elles jamais existé, ou est-il même de leur nature de pouvoir exister séparément l'une de l'autre?

Si les Elé-  
mens sont  
insécables.

Il y a lieu de croire que les Elémens du feu, les Germes ou Principes primordiaux des Corps sont insécables, non de leur nature,



ture, mais parce que Dieu, pour conserver les Espèces & ne pas déranger l'économie de ce Monde, n'a pas voulu qu'aucune force de la Nature pût les diviser.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE X.

*De l'Etendue, de la Solidité, & de l'Impénétrabilité des Corps.*

D. QU'est-ce que l'Etendue?

R. Quelques Philosophes prétendent <sup>Ce que c'est que l'Etendue.</sup> que l'Etendue en général est une propriété universelle qui convient à tout Être existant, non pas à la vérité de la même manière, mais à raison de la nature de leurs substances, puisqu'elle n'est rien en soi de distinct de la réalité de leurs substances.

Ces Philosophes regardent l'Etendue comme un attribut si essentiel à tout Être, <sup>Si l'Etendue est essentielle à tout Être, à Dieu, à l'Esprit.</sup> qu'on ne peut concevoir l'existence d'aucun Être sans une étendue convenable à son existence, c'est-à-dire, à la nature de son être ou de sa substance. Dieu, disent-ils, l'Auteur de la Nature, a son immensité, qui est l'étendue de l'Être infiniment existant. L'Esprit de l'Homme, tout autre Esprit, a une étendue quelconque conforme à la nature de sa substance. Dès qu'on suppose l'existence d'un Esprit, on suppose qu'il est quelque part, s'il est quelque part, il occupe donc un lieu, puisque, s'il n'occupoit aucun lieu, il n'existeroit nulle part.

Les Atomes ont de l'Etendue. Suivant cette idée, les Atomes, les parties insécables, indivisibles, s'il y en a, sont réellement étendues, puisqu'elles existent réellement entant qu'Etres solides, qu'elles existent où elles sont, & qu'elles y sont bornées par tout ce qui les environne.

Idée plus précise de l'Etendue de la Matière. Quelques-uns de ceux qui regardent la Matière comme composée de parties toujours divisibles, & même à l'infini, disent que l'Etendue de la Matière est la quantité de masse ou de grosseur de chaque Corps.

Ce que c'est que la Grandeur des Corps. Delà suit la doctrine de la grandeur & de la dimension des Corps. Leur grandeur c'est leur grosseur ou leur masse, c'est la quantité d'espace qu'ils occupent. On détermine la grandeur des Corps par la quantité de leur dimension, laquelle n'est autre chose que leur étendue en longueur, largeur, & profondeur, qui sont les bornes par lesquelles la substance de tous les Corps se trouve terminée.

L'idée de l'Etendue toujours présente à l'esprit. L'idée de l'Etendue est presque toujours présente à notre Ame; elle est si simple, qu'on ne sauroit guère l'expliquer.

Point de Corps ni d'Espace sans étendue. Tout Corps est étendu. Otez l'Etendue des Corps, vous les détruisez, vous n'en avez aucune idée. Cependant tout ce qui est étendu n'est point Corps, puisqu'on conçoit de l'étendue dans le Vuide ou l'Espace pur, qui est proprement le lieu des Corps, le vase qui les contient.

Solidité des Corps. D. Quelle est cette propriété des Corps à laquelle on donne le nom de Solidité?

R. On appelle Corps solide, celui dont les parties sont si bien unies ensemble, qu'elles ne laissent entre elles aucun Vuide.  
Tout

Tout Corps solide fait résistance; il exclut du lieu qu'il occupe tout autre Corps solide. La Solidité n'appartient pas moins aux Corps fluides qu'aux Corps les plus durs, puisque nous voyons que l'Air dans un Seringue exactement fermée résiste effez au piston, pour qu'aucune force ne puisse pousser ce piston jusqu'au fond de la Seringue.

D. Qu'est-ce que l'Impénétrabilité?

Leur Im-

R. C'est cette propriété d'un Corps si solide, que rien ne peut le pénétrer ou s'y introduire. Ainsi un Corps parfaitement solide est un Corps impénétrable. Delà vient que la Solidité est appelée impénétrabilité par quelques Philosophes.

D. D'où nous vient l'idée de la Solidité des Corps?

D'où vient l'idée de la Solidité.

R. Elle nous vient de la résistance que nous sentons lorsque nous les touchons.

D. L'idée de l'Etendue donne-t-elle celle de la Solidité?

L'idée de l'Etendue ne donne pas celle de la Solidité.

R. Non; puisque celui qui n'auroit jamais touché de Corps, pourroit avoir une idée claire de l'Etendue, sans savoir ce que c'est que la Solidité.

D. Quelle différence mettez-vous entre le volume d'un Corps, & sa masse corporelle ou sa propre substance?

Différence entre le volume d'un Corps & sa masse.

R. Le volume d'un Corps, c'est toute son étendue: sa masse corporelle, c'est ce qu'il a de solide. Dans le volume d'un Corps il peut y avoir des interstices vuides ou des pores; dans sa masse corporelle, tout est solide, tout fait résistance. Lorsqu'un Corps est parfaitement solide, la mesure de son volume ou de sa grandeur est la mesure de sa substance. Mais lorsqu'il

contient des pores, il faut soustraire ces espaces vuides pour avoir la mesure de sa masse.

**La Solidité est commune & essentielle à tous les Corps.** D. La Solidité est-elle commune à tous les Corps ?

R. Elle leur est non seulement commune, mais même essentielle, & c'est-aussi le signe le moins équivoque de leur existence, puisque nous ne nous assurons de leur réalité, que par leur résistance, qui est une suite de leur solidité.

**Pourquoi la Solidité échappe-t-elle quelquefois à nos sens.** D. Pourquoi la Solidité & la résistance de certains Corps fluides, de l'Air par exemple, échappent-elles si souvent à nos sens ou à notre attention ?

R. L'habitude nous a rendus le contact de l'air si familier, que nous pensons rarement à sa résistance, quoiqu'elle soit très grande, & qu'elle s'oppose souvent d'une manière prodigieuse à nos mouvemens. Si après être sorti de l'atmosphère on venoit à y rentrer, on sentiroit d'abord la résistance de l'Air, comme on sent celle de l'Eau quand on s'y plonge. D'ailleurs les parties des fluides étant presque indépendantes les unes des autres, elles cèdent au moindre de nos efforts, lors sur-tout qu'elles sont en petite quantité, & qu'aucune violence ne les pousse contre nous.

**Expériences qui prouvent la Solidité & la résistance de l'Air.** D. Y a-t-il des expériences qui prouvent la solidité & la résistance de l'Air ?

R. Il y en a un grand nombre, mais je me contenterai d'en rapporter deux, dont le résultat suffit pour ne pas laisser le moindre doute sur cet article,

**Planche I. Fig. 12.** Versez dans une Vase de cristal cinq ou six pintes d'eau bien claire, & mettez flotter sur la surface de l'eau un petit morceau de

de liège A; descendez ensuite perpendicu **Planche I.**  
lairement le Vase B, afin que l'Air qu'il **Fig. 12.**  
contient ne puisse pas s'échaper. La partie  
de la surface de l'eau, qui répond à l'ou-  
verture du Vaisseau B, s'abaisse à mesure  
qu'on le fait descendre; le petit morceau  
de liège qui flotte dessus rend cet abaisse-  
ment sensible, & fait voir qu'il n'entre  
point d'eau dans le Vaisseau B, parce qu'il  
contient une colonne d'Air qui remplit sa  
capacité.

Cette expérience fait voir, que la masse  
fluïde d'Air, contenue dans le Vaisseau B,  
quoique peu matérielle, est cependant com-  
posée de parties réellement solides, qui ne  
peuvent être déplacées par un autre Corps,  
à moins qu'on ne leur ouvre une nouvelle  
place qu'elles puissent aller occuper. Com-  
me le Vaisseau B est fermé de toutes parts,  
& que l'eau qui se présente à son ouverture  
est plus pesante que l'Air; ce dernier fluïde  
ne peut sortir du lieu où il est, & comme  
il est solide en ses parties, il se comporte  
à l'égard de l'eau qu'il rencontre, comme  
tout autre Corps dont les parties seroient  
liées. Ainsi la surface de l'eau baisse autant  
qu'on fait descendre le Vase qui contient  
l'Air; ce qui devient évident par le petit  
morceau de liège qui flotte dessus.

Il faut cependant avouer que, quoique  
l'Air du Vaisseau B s'oppose à l'eau qui  
fait effort pour y entrer, sa résistance n'est  
point telle qu'elle l'en exclue entièrement,  
parce que l'Air est un Corps flexible, &  
qu'il peut se resserrer dans un plus petit vo-  
lume quand on l'y force. D'ailleurs un  
Corps plongé dans un fluïde, y est d'autant  
plus pressé, qu'il y descend plus avant.

Ces

Planche I. Ces principes une fois supposés, on explique fort bien pourquoi l'eau s'élève un peu dans le Vaisseau B, nonobstant la résistance de l'Air; ce qui arriveroit aussi en substituant à l'Air, toute autre matière flexible & incapable de se mêler avec l'eau. Mais quelque chose qui arrive, & à quelque profondeur qu'on porte le Vaisseau B, jamais l'eau ne réduira le volume d'Air à Zéro pour occuper toute la place.

Fig. 12.

On apprend encore de l'expérience précédente pourquoi on ne remplit point un Pot ou tout autre Vase semblable, quand on le plonge l'orifice en -bas; par quelle raison l'Entonnoir, dont le canal remplit trop exactement le cou d'une Bouteille, n'est point propre à y introduire une liqueur, &c. La raison en est, que l'Air ayant de la solidité dans ses parties, on ne fauroit loger avec lui un autre Corps dans le même lieu; & quainsi pour mettre de l'eau ou du Vin dans une Bouteille, il faut que l'Air puisse passer entre le cou & l'Entonnoir pour faire place à la liqueur. Mais quand le trou est tellement étroit, qu'il ne peut pas donner en même tems un passage libre à deux matières qui coulent en sens contraire, à la liqueur qu'on veut faire entrer, & à l'air qui doit sortir, il faut que cela se fasse successivement.

La cause qui empêche l'Air de s'échaper du Vaisseau B, est la même qui le fait demeurer dans la Cloche du Plongeur, où il fournit à sa respiration pendant quelque tems.

Fig. 13.

C'est par la raison contraire, que l'on puise commodément une liqueur dans un Vase A, B, qu'on ne veut pas remuer, avec

vec une espèce de Chalumeau renflé par le planche 1.  
 bas. Car comme cet Instrument est ouvert Fig. 13.  
 en C, l'Air s'échape par cette issue à mesure  
 que la liqueur s'introduit par D.

La nécessité de tenir ouverte la partie C  
 du Chalumeau, pour permettre à l'eau d'y  
 entrer par l'extrémité D, ne laisse point  
 ignorer la résistance de l'Air qui resteroit  
 enfermé. Mais quand on veut transporter  
 la liqueur qu'on a puisée, c'est encore par  
 une semblable résistance employée en de-  
 hors, qu'on en vient à bout. En fermant  
 avec le doigt la partie C du Canal, on don-  
 ne lieu à l'Air extérieur d'opposer toute sa  
 force en D à la chute du liquide renfermé.  
 Les Lampes & les Encriers, dont les refer-  
 voirs sont des Bouteilles renversées, ne sont  
 encore que des exemples variés des mêmes  
 effets.

D. Les expériences précédentes paroissent prouver d'une manière incontestable la solidité & la résistance des Corps, mais ont-ils aussi la propriété d'être impénétrables ? Si tous les Corps sont impénétrables.

R. Ils l'ont absolument tous. L'air même, lorsqu'ils est une fois fortement comprimé, ne sauroit être pénétré, & il ne fait pas moins de résistance que la Pierre la plus dure. Tout Corps, qui n'admet aucun pore, tels que sont les Elémens, sont partout également impénétrables.

D. Mais ne peut-on pas diviser l'Eau, l'Air, & même les Corps les plus solides & les plus durs ; & , si on peut les diviser, ne sont-ils pas pénétrables ? Objection & Réponse.

R. On ne divise que le composé qui résulte de leur union, mais les parties solides, les infiniment-petits ou les Elémens qui

qui se trouvent liés ensemble dans le même tout, ne sauroient être pénétrés.

Raison de cette im-  
pénétrabi-  
lité. *D.* Quelle est la raison de cette impénétrabilité ?

*R.* C'est que les Elémens ou parcelles de matière qui sont propres à l'Eau ou au Fer, par exemple, & qui sont que c'est de l'Eau ou du Fer, & non du Bois, sont déterminés par une forme ou figure indestructible, tant que l'Eau & le Fer subsistent.

La Pénétrabilité n'appartient qu'au Vuide. *D.* Puisque la Pénétrabilité ne sauroit être la propriété d'aucun Corps, ni de ce qui est matière, de quoi sera-t-elle donc la propriété ?

*R.* Cette propriété n'appartient proprement qu'à ce que tous les Philosophes, tant anciens que modernes, ont appelé Vuide ou l'Espace, & qu'on doit regarder comme le véritable Lieu des Corps.



## C H A P I T R E X I.

### *De la Porosité des Corps.*

Ce que c'est que la Porosité. *D.* QU'est-ce que la Porosité des Corps ?  
*R.* C'est le Vuide qui se trouve entre leurs parties solides.

Si tous les Corps ont des pores. *D.* Tous les Corps ont-ils des Pores ?  
*R.* Il n'y en a point, quelque durs & compacts qu'ils soient, qui n'en aient, excepté ces parties subtiles & solides qu'on nomme les Elémens.

Faits qui prouvent. C'est un fait certain, que la raison nous apprend de concert avec l'expérience. Les Cris-



Cristaux, les Rubis, les Diamans ont des Pores, puisqu'ils sont transparens, & qu'ils donnent un passage libre à la lumière qui est un Corps. Notre Corps est plein de pores, il est percé de toutes parts, pour donner issue à la sueur & à la matière de la transpiration. Il en est de même des Animaux & des Végétaux, ils ont tous des Pores. Le bois de chêne a du moins vingt fois plus de Pores ou d'espaces vuides, qu'il n'a de matière propre ou de parties solides. Les Métaux mis en fusion par le feu qui les pénètre, font assez voir qu'ils ont des Pores.

Les Marbres se teignent de couleurs, qui pénètrent bien avant dans leur substance. Enfermez dans des boites de quelque Métal que ce soit, du Laiton ou de l'Argent : l'exhalaison sulfureuse d'une Pierre de Boulogne nouvellement calcinée y trouve accès, teint le Laiton en couleur d'Argent, & l'Argent en couleur d'Or. Par où passe l'exhalaison, si ce n'est par les Pores ?

Enfermez du Mercure dans un petit tuyau de cuivre, échaufez un peu le tuyau, le Mercure le traversera comme un crible. Il s'exhale de ce liquide des particules si subtiles & si pénétrantes, que si on le remue d'une main, elles vont blanchir une pièce d'Or dans l'autre main bien fermée.

L'Or est de tous les Corps que nous connoissons, celui qui est le plus dense, le plus compacte, celui qui renferme le plus de matière sous un volume déterminé, puisqu'il n'y a point de matière connue dont un pouce-cube pèse autant qu'un pouce-cube d'Or. Cependant ce Métal a des Pores, & même en grand nombre. Le Mer-

cure

cure s'y introduit en un moment, l'esprit de Sel marin le dissout, & l'Eau Régale le réduit en liqueur.

Mettez dans du Vif-argent un des bouts d'une verge d'Or massif: non seulement les particules, que le Vif-argent exhale, couvriront toute la surface extérieure de la verge d'Or, mais elles pénétreront, d'un bout à l'autre, l'intérieur de ce Métal précieux; & si le feu dissipe les parties du Mercure dans un lieu fermé, bientôt un Vase d'Or les réunira. Enfin, l'on mêle du Mercure avec de l'Or, de l'Argent & de l'Etain; & ces Métaux pénétrés de petits corpuscules s'amolissent, jusqu'à se réduire en une espèce de pâte.

Tout cela se feroit-il si l'Or n'avoit beaucoup de Pores? Quelques Philosophes prétendent qu'il peut y avoir dans l'Or autant de Vuide que de Plein. Combien y en a-t-il donc dans l'Eau commune, qui pèse environ 19 fois moins que l'Or; ou dans l'Air qui est 800 fois moins solide que l'Eau?

Dans le Charbon le nombre des Pores est prodigieux. Hook dit qu'il en a vu au microscope & compté dans un rang long de la 18<sup>me</sup>. partie d'une ponce, jusqu'à 150: Or selon le calcul de ce Physicien, un Charbon d'un ponce de diamètre doit en avoir plus de 5 millions. Combien de Pores dans une si petite portion de matière!

Mais ce qui prouve encore la porosité des Corps, c'est qu'ils ne peuvent se comprimer sans Pores, puisque la compression ne se fait que par l'approche des particules, & que leur approche suppose qu'elles ont été séparées par des Pores ou interstices.

ces.

ses. Or il n'y a point de Corps qui ne puissent être comprimés, excepté peut-être les Elémens, que l'on suppose être d'une solidité parfaite.

D. D'où dépend la porosité des Corps, D'où dépend & pourquoi se trouve-t-il plus de Pores dans certains Corps que dans d'autres ?

R. La porosité dépend de la manière dont les Corps se forment, de l'assemblage & de l'union des Elémens ou particules solides dont ils sont composés.

Lorsque ces Elémens se joignent & s'unissent les uns aux autres, de manière qu'ils se touchent parfaitement dans toutes leurs surfaces, ils forment un Corps solide, un Corps où il n'y a aucun pore, aucun espace vuide. L'inspection de la figure 14 marquée A, peut donner une légère idée de ces sortes de Corps.

Mais si la figure de ces Elémens est telle, qu'en s'unissant les uns aux autres, ils laissent entre eux des interstices vuides, le Corps qui en résultera sera un Corps poreux, tel qu'est celui de la figure 15 marquée B.

Si les Corps étoient sans Pores, ils seroient tous de même pesanteur. Lors donc qu'un corps pèse moins qu'un autre, c'est une preuve qu'il a plus de Pores. On fait que l'Or est un Corps poreux, nous l'avons fait voir ci-dessus; mais il est environ 19 fois plus pesant que l'Eau, il y a donc dans l'Eau beaucoup plus de Pores que dans l'Or. Si le nombre des Pores de l'Eau étoit égal au nombre des Pores de l'Or, un volume d'Eau peseroit autant qu'un volume d'Or, si ces deux volumes étoient de même grandeur; & si l'Or & l'Eau

Porosité;

& pour-

quoi cer-

tains Corps

ont plus

de Pores

que d'au-

tres.

Planche L

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

Fig. 15.

L'Eau étoient des Corps sans Pores, ils peferoient également, parce que leurs parties feroient également folides.

Arrangement des Pores.

Planche I.  
Fig. 16.

Voici comme on peut fe former une idée & de l'arrangement & de la quantité des Pores de l'Eau. L'Eau eft compofée de petits globules, & ces petits globules font eux-mêmes compofés de particules qui laiffent entre elles des interftices. Lorsque plufieurs de ces petits globules déjà poreux viennent à s'unir, ils laiffent encore entre eux de nouveaux interftices qui forment autant d'efpaces vuides, comme cela fe voit dans la figure 16. C indique un gros Globule, compofé de quatre autres plus petits Globules, qui doivent néceffairement laiffer entre eux des efpaces vuides, puifque leur figure ne leur permet pas de fe joindre dans toute leur furface.

Interftices dans les Corps, qui méritent proprement le nom de Pores.

D. Mais ce qu'on nomme Pores n'eft-il pas rempli d'air ou de quelque autre matière très fubtile; & alors comment peut-on dire que la Porofité ne foit autre chofe que le Vuide?

R. On doit convenir que ce qu'on nomme Pores eft en partie rempli par quelque matière fubtile, mais tout l'efpace que contient un Pore ne feroit être plein, il faut qu'il y ait des interftices vuides ou qui ne contiennent abfolument aucun Corps, & il n'y a proprement que ces interftices entièrement vuides qui méritent le nom de Pores.

Pourquoi un Pore doit être vuide de toute matière.

D. Par quelle raifon fupposez-vous que ce que vous nommez proprement Pore doit être vuide de toute matière?

R. C'eft que s'il n'y avoit point de Pores ou d'interftices entièrement vuides, tout feroit plein de matière parfaitement folide,

de, & si tout étoit plein de matière parfaitement solide, tous les Corps auroient la même dureté, la même solidité.

D. Peut-on savoir quelle est la quantité absolue des Pores des Corps ?

Si on peut  
connoître  
la quantité  
des Pores  
des Corps.

R. Comme tout ce qui est matière est pesant, & que la pesanteur ne convient qu'à ce qui est matériel, nous savons bien qu'un Corps a moins de vuide qu'un autre, quand à volume égal il pèse davantage que lui; mais cette comparaison ne nous apprend que leur porosité relative, elle ne nous dit pas que dans l'un des deux il y a justement telle ou telle quantité de parties solides, ce qui nous feroit connoître évidemment de combien il est poreux.

D. Quel seroit donc le vrai moyen de savoir combien un Corps est poreux ?

Vrai  
moyen de  
savoir  
combien  
un Corps  
est poreux.

R. Ce seroit d'avoir une matière de comparaison qui fût toute solide, en qui la grandeur & le poids fussent absolument synonymes: car, en comparant une portion de cette matière avec un pareil volume d'une autre matière; si celle-ci pesoit moitié moins, par exemple, on auroit raison de conclure, non seulement qu'elle est une fois moins solide, comme nous faisons d'ordinaire: mais on sauroit de plus la juste valeur de ce moins, & on regarderoit comme certain que la porosité de cette matière comparée seroit égale à sa solidité, puisque la pesanteur, attribut qu'on peut regarder comme inséparable des parties matérielles, s'y feroit sentir une fois moins que dans une semblable étendue qu'on suppose toute matière. Mais un Corps de cette espèce ne fera jamais qu'une supposition qu'on ne peut

peut pas réaliser; on ne connoit rien de semblable dans la Nature.



## C H A P I T R E X I I .

### *De la Figure des Corps.*

Figure  
des Corps.

*D.* QU'est-ce que la Figure des Corps ?

*R.* C'est l'ordre ou l'arrangement que prennent entre elles les surfaces qui terminent le volume des Corps.

Point de  
Corps qui  
se ressem-  
blent par-  
faitement.

*D.* Y a-t-il des Corps qui se ressemblent en figure ?

*R.* On peut assurer avec assez de vraisemblance qu'il n'y a pas dans toute la Nature deux Corps parfaitement semblables, surtout si l'on joint à la variété de figure celle de la couleur & du volume. Dans une foule de Peuple, quelque grande qu'elle soit, on ne trouvera jamais deux visages qui se ressemblent. D'ailleurs les opérations de Chymie nous apprennent que tels Corps, qui à nos sens paroissent composés de parties fort semblables, sont réellement composés de parties fort dissemblables; ce qui fait juger que les Corps que l'on n'a pas encore pu décomposer par la Chymie, sont aussi composés de parties dissemblables.

Si les Elé-  
mens ont  
la même  
figure.

*D.* Les Elémens des Corps, ces Points physiques ou Monades, dont les grands Corps sont composés, se ressemblent-ils en figure, ou ont-ils une figure différente, chacun suivant son espèce ?

*R.* On

R. On ne sauroit rien assurer sur cette question. Ces Corps primordiaux sont si petits, qu'on ne sauroit les appercevoir, même à l'aide des meilleures Microscopes. Quelques Philosophes prétendent que ceux qui forment la Lumière, sont tous & de même grandeur & de même figure, parce que nos yeux en sont toujours affectés de la même manière.

D. La différence qu'on remarque dans la figure des Corps composés, ne prouve-t-elle pas qu'il y a aussi de la différence dans la figure de leurs Elémens ?

R. Cette différence dans la figure des Corps composés peut être l'effet de la manière dont les Elémens sont disposés & arrangés.

D. Comment se forment les Corps composés ?

R. Ils se forment de l'union & de l'assemblage des Elémens. Si ces Elémens se touchent par un grand nombre de leurs surfaces, ils formeront une masse solide; mais s'ils ne se touchent que par quelques-unes de leurs surfaces, ils laisseront entre eux des vuides ou des pores.

D. D'où dépend la nature des Corps composés ?

R. Elle dépend des différens mélanges qui se font dans leur formation. Lorsque ces Corps viennent à se dissoudre, les divers Elémens, dont ils sont composés, ne perdent pas pour cela leur figure, puisqu'ils sont indivisibles, ils restent tels qu'ils étoient, & peuvent former dans la suite de nouveaux Corps par leur mélange & leur union.

D. Cette prodigieuse variété de figures

convient à des Corps ne convient-elle qu'aux grands  
tous les Corps composés, qu'à ceux que nous pou-  
Corps. vons voir & toucher sans aucun secours de  
l'art? ou bien convient-elle également aux  
molécules de ces mêmes Corps? s'étend-  
elle jusqu'à ceux qui échappent à nos yeux,  
ou qui ne se font sentir que plusieurs en-  
semble?

R. Puisque la figure des Corps n'est en  
général qu'un assemblage de surfaces qui  
terminent une certaine portion de matière,  
il est évident qu'un corps, si petit qu'il  
puisse être, sera toujours terminé par des  
surfaces, & par conséquent figuré.

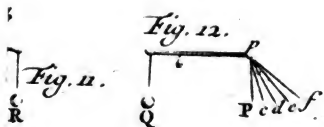
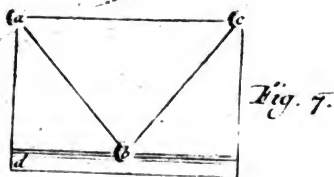
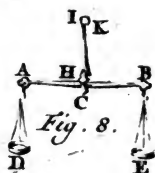
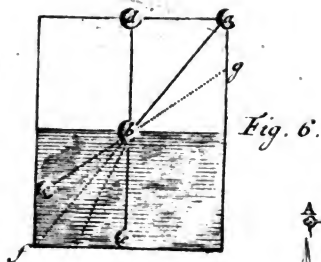
Figure de D. L'Art nous fait-il découvrir dans les  
certains petits Corps, des sens?

R. Nous avons quantité d'exemples cu-  
rieux de ces sortes de découvertes, décou-  
vertes qu'on n'auroit jamais faites sans le  
secours des Microscopes, dont les Anciens  
n'ont eu nulle connoissance. Voici quel-  
ques-uns de ces exemples.

Figure du Lorsque vous jettez la vue sur un grain  
Sable. de sable ordinaire, il vous paroît comme  
Planche II. un point, l'œil confond ses dimensions;  
Fig. 1. mais avec le secours du Microscope, l'ob-  
jet vous paroît infiniment plus grand, vous  
y distinguez aisément des lignes, des an-  
gles, des sinuosités, des contours, des sur-  
faces, en un mot une figure bien terminée,  
dont on aperçoit facilement les différences,  
quand on la compare à quelque autre. Si  
votre Microscope est de la bonne sorte,  
vous apercevez les grains de sable trans-  
parens comme des cristaux, de la grosseur  
d'une Noix muscade, anguleux, diverse-  
ment taillés, & tels qu'ils sont représentés  
dans







dans la figure 1 de la deuxième Planche. Planche II. L'Art applique utilement les grains de Sa- Fig. 1. ble à divers usages. Parce qu'ils sont petits, durs & anguleux, on s'en sert commodément pour user ou nétoyer les Métaux, ou tous autres Corps encore plus durs, sur lesquels la Lime, ou le tranchant de l'Acier ne trouve plus de prise. A cause de leur transparence ils deviennent la base de tous les ouvrages de verre.

Laissez sécher quelques gouttes d'eau sa- Figure du lée sur le verre, ou porte objets d'un Mi- Sel. Sel. croscopé; regardez les ensuite à l'aide de Planche II. cet Instrument, & vous appercevrez des Fig. 2. molécules qui paroîtront sous des figures semblables, quand la préparation a été faite avec un même Sel. Si l'on a employé, par exemple, celui qui vient de la Mer, & qu'on fait servir communément à l'usage des tables; ce qu'on apperçoit avec le Microscopé ressemble à des petits Cubes. Les parties de ce Sel que l'eau avoit divisées, & qu'elle tenoit en dissolution, se sont fixées sur le verre, pendant que la partie liquide s'est évaporée. Avant cette évaporation de l'eau, le secours du Microscopé ne suffit pas pour les rendre visibles, parce qu'alors elles sont encore trop divisées & trop minces pour être apperçues; mais à mesure que la liqueur les abandonne, elles se rapprochent, & elle forment des molécules d'un plus grand volume; &, quand bien même elles resteroient aussi petites qu'elles étoient dans l'eau, l'expérience fait voir qu'à grandeurs égales, des Corps transparens se voyent mieux lorsqu'ils sont plongés dans l'air, que dans tout autre liquide plus matériel.

Planche II. Chaque Sel qui se cristallise, affecte ordinairement une figure qui lui est propre, & qui dépend vraisemblablement de la figure même de ses moindres parties. Le Sel marin, par exemple, forme des Cubes, le Salpêtre des Aiguilles, *Fig. 3*, & le Sucre des Globules, *Fig. 4*.

L'uniformité de figures dans les molécules n'est point une qualité particulière aux Sels; on en rencontre beaucoup d'autres exemples, sur-tout dans le genre minéral. Le Cristal de Roche, & la plupart des Pierres transparentes paroissent assez souvent en petit comme en grand, sous la forme de Prisme ou de Pyramide exagone; mais on n'en doit pas conclure du particulier au général, que les parties insensibles de tous les Corps sont autant de petits modèles de ce qu'ils sont en plus grand volume. Delà vient peut-être cette constance invariable des Espèces, tant parmi les Animaux, que parmi les Végétaux, les Métaux & les Minéraux.





## CHAPITRE XIII.

*De la Moleſſe, de la Fermeté, de la Dureté, de la Compreſſibilité, de la Flexibilité, de l'Elaſticité, de la Cohéſion, de la Fluidité, de la Conſiſtance ou Fixité, de la Rareté, de la Transparence, & de l'Opacité des Corps.*

D. QU'est-ce que la Moleſſe d'un Corps ? Moleſſe des Corps.

R. C'eſt la réſiſtance que fait un Corps qui ne réſiſte que fort peu, lorsqu'on le comprime. La Moleſſe d'un Corps peut s'étendre juſqu'à la fluidité, telle qu'eſt celle de l'Air, de l'Eau, de la Flamme, &c. Ces Fluides réſiſtent, mais ils ne réſiſtent que légèrement.

D. Qu'est-ce que la Fermeté ? Fermeté.

R. C'eſt une réſiſtance plus grande que celle de la Moleſſe.

D. Qu'est-ce que la Dureté ? Dureté.

R. C'eſt une réſiſtance encore plus grande que celle de la Fermeté. On dit qu'un Corps eſt dur, lorsque ſes parties tiennent enſemble, & ne ſauroient ſe déranger tant ſoit peu ſans qu'il ſe rompe.

D. Que doit-on entendre par la Compreſſibilité. Compreſſibilité & Densité.

R. Il eſt bon de ſavoir d'abord que le raport du volume d'un Corps à ſa maſſe eſt ce qu'on nomme Densité. Un Corps eſt plus denſe qu'un autre, quand la quantité

réelle de sa matière diffère moins de sa grandeur apparente; ou, quand sous une grandeur donnée, il contient plus de parties solides. Le Plomb est plus dense que le Cuivre, l'Air est moins dense que l'Eau. Mais le même Corps peut changer de densité; c'est-à-dire, que sa masse restant la même, son volume peut varier, soit en augmentant, soit en diminuant. Quand un Corps devient plus dense, c'est que ses parties solides se rassemblent dans un plus petit espace; & cela peut se faire de deux manières; ou lorsqu'on supprime une cause interne qui les tenoit plus écartées, ou quand on applique extérieurement une force qui les oblige à se rapprocher mutuellement. La première manière de diminuer le volume d'un Corps est ce qu'on peut nommer Condensation, & on peut donner à l'autre le nom de Compression, quoique, à dire le vrai, ce soit toujours condenser une matière que d'occasionner la diminution de son volume, de quelque façon que ce soit. Ainsi, ferrer de la Neige dans les mains pour en faire une pelotte, c'est la comprimer; faire refroidir une liqueur, ou diminuer la chaleur qui dilate ses parties, c'est la condenser.

Si tous les Corps peuvent être comprimés & condensés. D. N'y a-t-il dans la Nature aucun Corps dont le volume ne puisse être diminué par la compression ou par la condensation?

R. Il n'y en a absolument aucun, excepté les Atomes ou parties élémentaires des Corps. Il n'y a point de Corps composés sans pores, point de matière parfaitement dure & solide. Une barre de Fer, qui a été chauffée jusqu'à rougir, devient plus dense, plus dure, & occupe moins de

VO-

volume, à mesure qu'elle se refroidit, parce que ses parties se rapprochent peu à peu en perdant le mouvement violent qu'elles avoient aquis dans le feu. Une éponge mouillée & dilatée par l'eau qu'elle contient, occupe un espace beaucoup moindre, quand on a exprimé le fluide qui remplissoit ses pores. Le réjaillissement d'une boule de marbre ou de verre, d'un Diamant même, jettés sur quelque chose d'aussi dur, est un effet de leur compressibilité.

D. Qu'est-ce qu'un Corps flexible?

R. C'est celui dont la figure peut être facilement changée, alongée & racourcie, quoiqu'il ne se fasse aucune séparation de ses parties. Telles sont les membranes des Corps des Animaux, & toutes les parties oblongues des Végétaux. Flexibilité.

D. Qu'est-ce que l'Elasticité?

R. C'est l'effort par lequel certains Corps comprimés tendent à se rétablir dans leur premier état. Cette propriété suppose qu'ils soient comprimés. De tous les Corps qui se compriment, les uns demeurent dans l'état que la compression leur a fait prendre, comme une bale de Plomb qui reste aplatie après sa chute, & une pelote de Neige qui demeure dans la forme qu'on lui a donnée avec les deux mains; les autres, au contraire, se rétablissent, & reprennent, après avoir été comprimés, les mêmes dimensions & la même figure qu'ils avoient avant que de l'être. Elasticité.

D. Tous les Corps sont-ils également élastiques?

R. Non. Il y en a qui ne se rétablissent presque point, & alors l'Elasticité est regardée comme nulle dans l'usage. Ceux Différence dans l'Elasticité.

en qui la force élastique se fait appercevoir, réagissent plus ou moins selon la dureté, la roideur, ou la disposition de leurs parties internes; mais il n'en est aucun dont on puisse assurer avec des preuves positives, que le ressort est parfait & inaltérable; on remarque presque toujours que cette qualité se perd ou s'affoiblit par un long exercice, ou par une compression de trop longue durée. Un Arc, qui est trop longtems ou trop souvent tendu, garde enfin la courbure qu'on lui a fait prendre.

Pourquoi  
il n'y a  
point d'E-  
lasticité  
parfaite.

*D.* Pourquoi n'y a-t-il point d'Elasticité parfaite?

*R.* En voici la raison. Lorsqu'un Corps bandé se débande, il faut nécessairement que quelques-unes de ses parties solides, qui se touchent mutuellement, se repoussent & se retirent, & quelles souffrent de cette manière un frottement considérable, ce qui produit un violent obstacle pour le mouvement, & fait perdre une partie des forces du ressort.

Les Corps qui ont le moins de pores, qui sont le plus polis & le plus solides, sont peut-être ceux qui peuvent avoir le plus d'Elasticité, parce qu'ils sont alors moins sujets aux effets du frottement. Or nous avons fait voir qu'il n'y a point de Corps composés sans pores. Plus on bat les Métaux, plus ils deviennent compacts & élastiques. En les battant on rend leurs pores plus petits, & on en diminue même le nombre. L'Acier trempé est beaucoup plus solide & plus élastique que l'Acier non trempé, & la pesanteur spécifique du premier est à la pesanteur du dernier comme 7809 à 7738.

*D.*



D. Pourquoi un Corps a-t-il plus d'Elasticité lorsqu'il est froid, que lorsqu'il est chaud ? Pourquoi le froid rend un Corps plus élastique.

R. C'est que ses parties sont alors plus serrées, plus compactes, plus solides. Le froid resserre, la chaleur dilate & raréfie.

D. De quel usage est l'Elasticité des Corps ? Usage de l'Elasticité.

R. Cette propriété est d'une utilité infinie. Il suffit d'en citer quelques exemples. S'il est utile & commode de voyager à son aise, on doit presque tout cet avantage aux lames d'acier, aux bandes de cuir & aux autres corps élastiques sur lesquels on suspend les voitures. La mesure du tems est une chose si intéressante pour tout le monde, qu'il est peu de personnes qui n'aient une Pendule ou une Montre, & qui ne la regardent comme un meuble nécessaire; ces sortes d'instrumens, qu'on doit regarder comme des chefs-d'œuvre de l'art, sont animés par une ressort, formé d'une lame d'acier roulée sur elle-même dans un Barillet qu'elle fait tourner en se développant, & dont le mouvement se communique par des roues dentées jusques aux pivots qui portent les aiguilles pour leur faire indiquer les heures & les minutes sur un Cadran divisé à cette intention.

Il suffit de remarquer ici qu'on est parvenu à rendre l'action du ressort presque égale pendant tout le tems qu'il se développe; car une difficulté qui se présente d'abord, c'est que cette action diminuant toujours, à proportion que le ressort se détend, le mouvement doit aussi se ralentir dans toutes les pièces qu'il anime, & les aiguilles doivent faire les heures & les mi-

nutes plus longues vers la fin qu'au commencement. De quels secours ne sont point encore les ressorts dans l'Arquebuserie? Par quel autre moyen auroit-on pu opérer des mouvemens aussi prompts & aussi difficiles à être apperçus par un Oiseau que la Nature a mis en garde contre tout ce qui menace sa vie? Le Chien d'un Fusil, conduit par un ressort, porte en un clin d'œil un caillou tranchant contre une petite pièce d'acier trempé; le feu prend à la poudre, & le plomb qu'elle chasse, frappe l'Animal avant qu'il ait été averti par la flamme ou par le bruit, ou du moins avant qu'il ait pu profiter de cet avis.

On a aussi trouvé des moyens pour faire naître le ressort ou pour l'augmenter dans les Corps qui n'en ont que peu ou point. Tous les Corps sonores doivent être à ressort; c'est pour cette raison qu'on fait les Cloches & les Timbres avec du cuivre & de l'étain fondus ensemble, parce qu'on a remarqué qu'un Métal mêlé est plus dur, plus roide & plus élastique, que les Métaux simples dont il est composé. La plupart des Métaux mêmes, sans être alliés, deviennent capables d'une plus grande réaction quand on les bat à froid.

Mais de tous les Corps dont on augmente artificiellement le ressort, il n'en est point de plus remarquable que le Fer converti en Acier; & parmi les différens procédés qu'on emploie à cet effet sur ce Métal, rien n'est comparable à la trempe. Tremper l'Acier, c'est le refroidir subitement dans le moment qu'on le sort bien rouge de feu; & cela se fait d'ordinaire en le plongeant dans de l'eau froide, ou dans quelque chose d'équivalent.

D.

D. Qu'est-ce que la Cohésion?

Cohésion

R. C'est cette propriété des Corps qui fait que leurs parties s'opposent à leur séparation, quelle que puisse être la cause de leur union.

Plus la Cohésion des parties d'un Corps est forte, plus ce Corps approche de la parfaite dureté. Il y a bien des choses obscures au sujet de la Cohésion des parties des Corps. Suivant les Newtoniens la Cohésion des parties vient de leur Vertu attractive. C'est, disent-ils, par cette Vertu, que des Corps posés les uns sur les autres tiennent ensemble, entant qu'ils s'attirent réciproquement. Plus leur surface est unie & polie, plus leur Cohésion est forte. Mais cette Cohésion est d'autant moins forte, que leur surface est plus raboteuse, parce qu'ils ne se touchent alors que dans un petit nombre de points.

D. Qu'appelle-t-on Fluidité des Corps? Leur Fluidité.

R. On dit qu'un Corps est fluide, lorsqu'il se déforme sous l'impression quelconque, & qu'en cédant elles se meuvent entre elles avec une grande facilité (a).

D. Qu'entend-on par la consistance ou fixité des Corps? Consistance ou Fixité des Corps.

R. C'est cet état des Corps par lequel leurs parties constituantes gardent naturellement la même position les unes à l'égard des autres, & ne peuvent être que difficilement détachées ni séparées.

D. Qu'est-ce que la rareté des Corps? Leur rareté.

R. On nomme Corps rares ceux qui ont une

(a) Nous parlerons ci-après plus particulièrement des Fluides.

une structure lâche, & occupent un grand espace sous une petite masse solide. Les Corps sont plus ou moins denses, plus ou moins rares, selon la grandeur ou la petitesse de leurs pores.

Transpa-  
rence & O-  
pacité.

D. Qu'est-ce que la Transparence & l'O-pacité?

R. Les Corps transparens ou diaphanes sont ceux dont on voit les objets à travers, tels que sont le Verre, le Cristal, &c. Les Corps opaques sont ceux à travers lesquels on n'aperçoit pas les objets. Dans les Corps transparens les rayons de la lumière peuvent passer librement à travers leurs pores, au-lieu qu'ils sont arrêtés dans leur passage à travers les Corps opaques.



## C H A P I T R E   X I V .

*De la Force d'Inertie , ou Force passive.*

Force d'I-  
nertie ou  
Force pas-  
sive.

D. QU'est-ce que la Force d'Inertie ou Force passive?

R. C'est cette résistance au mouvement qu'on apperçoit dans tous les Corps.

Expérience  
qui donne  
une idée  
de cette  
Force.

D. Comment peut-on s'en former quelque idée?

R. Rien de plus propre pour cela que l'expérience proposée par Mr. Newton. Qu'on imagine un corps d'une grandeur & d'un poids déterminé, par exemple, une boule de plomb pesant une livre, suspendue librement par un fil fort long, dans un air tranquille, & une autre boule de plomb sem-  
bla-

blable, pareillement suspendue, qui va heurter la première avec quatre degrés de mouvement. Si la boule en repos ne faisoit aucune résistance à celle qui vient la heurter, après le choc on les verroit toutes deux se mouvoir avec quatre degrés de mouvement. Car pourquoi le mouvement diminueroit-il dans la boule qui choque, s'il n'y avoit point de résistance de la part de celle qui est choquée? & par quelle raison la boule déplacée ne le seroit-elle pas selon toute l'étendue du mouvement qui la pousse?

Mais l'expérience fait voir autre chose: la boule en repos reçoit de celle qui la frappe une portion de son mouvement, & cette dernière perd dans le choc ce que l'autre paroît avoir acquis. Un corps en repos fait donc une résistance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. Il y a plus encore; si la boule en repos pèse 30 ou 40 livres, l'autre qui n'a plus alors qu'une masse beaucoup moindre, avec le même effort ne la porte pas aussi loin que dans le cas précédent; cependant si, pour mouvoir un corps quelconque, il ne s'agissoit que de lui faire perdre son état de repos, le mouvement communiqué seroit le même dans une grosse que dans une petite masse.

Il y a donc quelque chose de plus à vaincre qu'une seule privation de mouvement, & ce qu'il faut vaincre c'est cette résistance à laquelle on donne le nom de Force d'Inertie, & qu'on appelle aussi Force Passive.

D. Cette Force d'Inertie se trouve-t-elle aussi dans les Fluides?

R. Oui, puisqu'elle ne dépend pas de la solidité des parties. Elle est aussi grande dans

Force d'Inertie dans les Fluides.

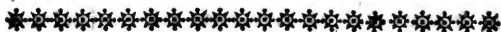
dans un ponce cubique d'eau, que dans la même eau changée en glace.

Si elle dépend de la Pésanteur? *D.* Depend-elle de la Pésanteur?

*R.* Non, puisqu'elle agit également dans un corps, quelque direction qu'on lui donne, & même lorsqu'il est situé horizontalement.

Cette Force est inconnue. *D.* Peut-on savoir au juste ce que c'est que cette Force?

*R.* C'est une de ces choses que nous ignorons, & que nous ne connoissons peut-être jamais bien.



## C H A P I T R E X V.

*Du Mouvement, des Forces vives & mortes, & du Repos.*

Ce que c'est que le Mouvement.

*D.* QU'est-ce que le Mouvement?

*R.* C'est l'état d'un Corps qui est actuellement transporté d'une partie de l'Espace dans une autre qui le suit immédiatement, soit qu'on le considère en totalité, soit qu'on n'ait égard qu'à ses parties.

Exemples qui le font connoître.

*D.* Donnez-moi, je vous prie, quelques exemples qui me fassent mieux comprendre cette définition.

*R.* Un Bateau, qu'on abandonne au courant de la Rivière, est en mouvement, parce qu'il change continuellement de place. Les ailes d'un Moulin sont en mouvement quoiqu'elles tournent dans le même lieu, parce que chacune d'elles passe successivement par tous les points du cercle qu'elle dé-

décrit. Toutes les fois qu'un corps se meut, il change de situation, respectivement aux objets qui l'environnent de près ou de loin : un homme, par exemple, assis dans un Carrosse, ou dans un Bateau qui le transporte, change continuellement de rapports, si non avec les personnes qui l'accompagnent, au moins à l'égard des différens lieux qu'il parcourt pendant son voyage.

D. Quelle est la cause du Mouvement circulaire ? Cause du Mouvement circulaire.

R. Cette cause est la continuité des obstacles qu'il rencontre ; car sans ces obstacles il décrirait une ligne droite, puisque tout Corps qui se meut, décrit toujours ou tend à décrire une ligne droite.

Un Corps mu circulairement, fait effort pour s'éloigner du centre de son mouvement ; il tend en effet à décrire une ligne droite, & cet effort l'éloigne du centre. Faites tourner autour de la main une pierre dans une Fronde : la main qui est le centre du mouvement A, sent l'effort que fait la pierre B pour s'en éloigner. Cette pierre tâche alors à s'en aller par la Tangente *a, b*. Comme les points de ce Cercle sont autant de commencemens de Tangentes, ou de lignes droites couchées en quelque façon sur le Cercle, & qui ne le touchent que dans un point, *c, c, c, c*, le Corps qui tourne reçoit dans chaque point une direction pour suivre la Tangente ; & vous la lui voyez suivre effectivement, dès qu'il est en liberté, *a, b*. Il la suit dès qu'il s'échape de la Fronde.

D. Quelles sont les Loix du Mouvement ? Loix du Mouvement selon Newton.

R. Newton en indique trois par le moyen

yen desquelles on peut expliquer tout ce que l'on fait du Mouvement. Voici ces Loix.

Première  
Loi du  
Mouvement.

*Première Loi du Mouvement.*  „ Un Corps  
„ persévère toujours dans son état de repos  
„ ou de Mouvement uniforme en ligne  
„ droite, à moins que des forces imprimées à ce Corps ne l'obligent à changer  
„ d'état.

Tout Corps étant brut & passif, c'est-à-dire incapable par sa nature de se mouvoir lui-même, il s'ensuit qu'il restera toujours en repos, à moins que quelque cause extérieure ne le mette en mouvement. Une fois mis en mouvement, il continuera de se mouvoir dans la même direction & avec le même degré de vitesse qu'il a reçu, puisque la force d'inertie qui l'a retenu, tant qu'elle a pu, dans son repos, & qu'il a fallu vaincre pour lui faire prendre du mouvement, le fait résister ensuite, autant qu'elle peut, à toute variation. Une pierre jetée en l'air, s'élève, jusqu'à ce qu'ayant perdu sa force insensiblement par la rencontre successive de diverses parties de l'air, elle retombe enfin par l'efficace de sa pesanteur. Une balle lancée vers l'Orient ou vers l'Occident, iroit toujours, s'il ne s'offroit point d'obstacles, vers le même endroit, avec la même direction & la même vitesse.

Seconde  
Loi.

*Seconde Loi du Mouvement.*  „ Le changement qui arrive au Mouvement, est  
„ toujours proportionnel à la force motrice imprimée au Corps, & se fait toujours suivant la ligne droite, dans la direction de laquelle la force dont il s'agit est imprimée.

Cette



Cette Loi ne souffre nulle difficulté. Pour qu'un Corps en mouvement change sa direction ou sa vitesse, il lui faut une force positive qui n'est point en lui avant le changement, & qu'il n'a pas la faculté de se donner, puisqu'il est un être passif, & que par sa nature il est indifférent au repos ou au mouvement, & par conséquent à telle ou telle détermination.

*Troisième Loi du Mouvement.* „ La réaction est toujours contraire & égale à l'action. Troisième Loi.  
 „ tion, c'est-à-dire, qu'aucune action ne  
 „ sauroit se déployer sur un Corps, sans  
 „ éprouver une résistance qui lui soit égale,  
 „ le, & que les actions de deux Corps l'un  
 „ sur l'autre sont toujours égales & opposées dans leurs directions.

Toute action suppose de la résistance; Point d'action sans résistance.  
 ôtez la résistance, il n'y a point d'action, car on ne sauroit concevoir une action sans obstacle. Si l'action étoit plus grande que la résistance, elle agiroit en partie sans obstacle, ce qui est impossible. Si l'on suppose la résistance plus grande que l'action, on tombe dans la même conclusion, à cause que résistance & action sont une seule & même chose. Les actions contraires sont donc égales.

Lorsqu'un effort agit sur un obstacle, si cet obstacle ne cède pas, il est retenu par quelque autre effort, & il faut qu'il y ait une pression contraire à la première, qu'elle détruit, & à laquelle par cela même elle est égale. Si je presse avec le doigt une pierre qui ne sauroit céder, mon doigt est également pressé par la pierre. Si l'obstacle cède, il résiste par son inertie. Qu'un Corps soit tiré par une corde, cette corde, quoi-

quoique rien ne retienne le Corps, ne laisse pas d'être tendue, & elle le fera également des deux côtés, ce qui fait connoître l'égalité des deux actions opposées. Cependant le Corps cède, quoiqu'il résiste avec une force égale à celle avec laquelle il est tiré, parce qu'il ne résiste point quand il est en repos, mais pendant qu'il acquiert du mouvement, suivant cette règle: „ Tout „ Corps qui est en repos, résiste au mou- „ vement, non dans le tems qu'il est en „ repos, mais lorsqu'il commence à se mou- „ voir.

Le repos des Corps, lorsqu'ils viennent à se toucher l'un l'autre, démontre la parfaite égalité des actions opposées; car quoiqu'ils se pressent mutuellement, & que le moindre effort suffise pour les mouvoir, aucun d'eux cependant ne fait changer l'autre de place.

Quantité  
de mouve-  
ment.

*D.* Qu'est-ce que la quantité de Mouvement ou la force d'un Corps?

*R.* C'est le produit de sa vitesse par sa masse.

Mouve-  
ment accé-  
léré.

*D.* Qu'est-ce que le Mouvement accéléré?

*R.* C'est celui dont la vitesse augmente à chaque instant

Vitesse.

*D.* Que nommez-vous vitesse?

*R.* C'est le rapport de l'espace au tems, ou l'espace parcouru divisé par le tems employé à le parcourir. Par exemple, la vitesse acquise pendant un certain tems est double, si le tems est double; triple si le tems est triple, &c.

Mouve-  
ment re-  
tardé.

*D.* Qu'est-ce que le Mouvement retardé?

*R.* C'est celui dont la vitesse diminue à chaque instant. Le

Le mouvement d'un Corps qu'on jette en-haut, est par une conséquence nécessaire de la seconde Loi établie ci-dessus, retardé de la même manière que le mouvement d'un Corps qui tombe est accéléré : en ce dernier cas la pesanteur augmente le mouvement aquis, au-lieu que dans le premier cas elle tend à le détruire. Or, comme la pesanteur communique au Corps des vitesses égales dans tous les momens égaux, la vitesse d'un Corps jetté en-haut, est également diminuée ou retardée en tems égaux. La même pesanteur produit le mouvement dans le Corps qui tombe, & le détruit dans le Corps qui monte, & agit toujours sur un Corps en mouvement, précisément de même que sur un Corps en repos ; ainsi les vitesses sont produites & détruites dans des tems égaux.

D. Qu'est-ce que le Mouvement uniforme ? Mouvement uniforme.

R. C'est celui d'un Corps qui parcourt des espaces égaux en tems égaux, comme lorsqu'une boule qui roule sur un plan, parcourt une toise dans une Seconde, une autre toise dans la Seconde suivante, &c. Cette uniformité ne se rencontre presque jamais dans l'état naturel, à cause des obstacles que le Mobile rencontre.

D. A quoi donne-t-on le nom de Puissance ou Force motrice ? Puissance ou Force motrice.

R. On nomme ainsi le Mouvement des Corps quand il est employé pour en mouvoir d'autres, soit qu'il tende à les mouvoir seulement, soit qu'il les meuve en effet.

D. Ne met-on pas une distinction entre la Force motrice qui est vaincue par un obstacle & la Force motrice qui est vaincue par un obstacle ? Force morte & Force vive.

obstacle, & celle qui agit contre une résistance qui cède ?

R. Oui ; & c'est Leibnitz qui a établi le premier cette distinction. Il appelle *Force morte*, celle qui est vaincue par un obstacle ; & *Force vive*, celle qui agit contre une résistance qui cède.

Comment  
on doit  
évaluer la  
Force morte.

On avoit toujours pensé que la Force motrice, en toutes sortes de cas indistinctement, devoit être évaluée comme la quantité du mouvement par la masse & par la vitesse. En effet, qu'un Corps sollicité à se mouvoir, se meuve réellement, ou bien qu'il soit retenu par des obstacles, on ne voit pas que la liberté d'agir, ou des oppositions invincibles, puissent rien changer à sa quantité de matière, ni à l'impulsion qui a une fois réglé son degré de vitesse.

Cependant Leibnitz & d'autres Philosophes prétendent que, pour estimer la *Force vive* selon sa juste valeur, il faut multiplier la masse non par la simple vitesse, mais par le quarré de la vitesse, c'est-à-dire, par la vitesse multipliée par elle-même. Si par exemple, la vitesse est 3, ce n'est point par 3 qu'il faudra multiplier la masse, mais par 9, qui est le produit de 3 multiplié par 3. Suivant cette opinion, un Corps qui agit contre un obstacle avec 2 de masse, & une impulsion qui règle sa vitesse à 4, n'a que 8 degrés de force, tant que la résistance est victorieuse ; mais si cette résistance vient à céder, la Force à laquelle elle obéit, devient vive, & de 8 elle s'élève à 32 (a).

D. Qu'est-

(a) Voyez sur cette question les *Institutions de Physique* de Madame la Marquise du Chastellet,

D. Qu'est-ce que le Repos ?

R. C'est l'état opposé au Mouvement. <sup>Ce que</sup> <sup>c'est que le</sup>  
 Le *Repos absolu* est l'état d'un Corps qui <sup>Repos.</sup> <sup>Le</sup>  
 reste dans la même partie de l'Espace de <sup>Repos ab-</sup>  
 l'Univers, ou qui persévère dans les mêmes <sup>solu & le</sup>  
 rapports de situation avec les objets qui l'en-<sup>Repos res-</sup>  
 vironnent de près ou de loin. Le *Repos*  
*respectif* est l'état d'un Corps qui conserve  
 la même situation à l'égard de ceux qui  
 l'entourent.

Le Repos absolu exclut tout mouvement.  
 Le Repos respectif n'exclut point le mou-  
 vement. Un homme qui voyage dans un  
 Vaisseau qui avance, est dans un repos  
 respectif par rapport au Vaisseau & à ceux  
 qui l'accompagnent, & dans un mouvement  
 réel par rapport aux objets extérieurs. A la  
 rigueur il n'y a point de Repos absolu ;  
 car si notre Globe tourne sans cesse sur son  
 axe, & qu'il décrive un orbe autour du So-  
 leil, il n'y a aucun Corps sur sa surface qui  
 ne participe au mouvement qui est commun  
 à toutes ses parties.

D. Qu'est-ce que le Mouvement com- <sup>Mouve-</sup>  
 posé ? <sup>ment com-</sup>

R. C'est celui d'un Corps déterminé à se <sup>posé.</sup>  
 mouvoir par plusieurs causes de Puissan-  
 ces, qui agissent selon des directions diffé-  
 rentes.

D. Quelles sont les Loix du Mouvement <sup>Loix du</sup>  
 composé ? <sup>Mouve-</sup>

R. Ces Loix peuvent toutes se rapporter <sup>ment com-</sup>  
 à une <sup>posé.</sup>

*Let.*, qui s'est déclarée en faveur des *Forces vives*,  
 & la *Lettre* de Mr de Mairan qui combat l'opi-  
 nion des *Forces vives*, & fait de Réponse aux  
 objections que cette Dame avoit faites contre  
 lui.

à une seule, qui est énoncée dans la proposition suivante, & dont elles ne sont que des conséquences.

„ Quand un Corps est mis en mouvement par plusieurs Puissances qui agissent en même tems, & selon différentes directions, ou il demeure en équilibre, ou bien il prend un mouvement qui suit le rapport des Puissances entre elles pour la vitesse, & il reçoit une direction moyenne entre celles des Puissances auxquelles il obéit.

Vibration  
ou Oscillation des  
Pendules.

*D.* Qu'est-ce que le Mouvement qu'on nomme de Vibration ou d'Oscillation?

*R.* C'est celui d'un Pendule, ou Corps suspendu à un fil très délié, avec lequel il est mobile autour d'un point fixe de ce même fil.

Quand on élève le poids, le fil restant tendu, ce poids descend par sa pesanteur, & par la vitesse acquise remonte du côté opposé, à la même hauteur dont il étoit descendu; ensuite il retombe par sa pesanteur, & continue ainsi ses Vibrations. On doit supposer que le mouvement du Corps autour du point fixe ne souffre aucune sorte d'empêchement. Il faut aussi faire abstraction de la résistance de l'Air, qui d'ailleurs est très petite quand les Pendules sont grands (a).

Si le Mouvement le plus rapide est possible.

*D.* Le Mouvement le plus rapide est-il possible?

*R.* Leibnitz prétend qu'il est impossible, & , pour le prouver, il fait le raisonnement

(a) Voyez sur cette matière *de Gravesande, Elémens de Physique*, Tom I. page 99.

ment suivant. „ Supposez que le mouve-  
 „ ment d'une Roue qui tourne sur elle-  
 „ même soit le plus rapide; si vous prolongez le rayon de la Roue, ce mouvement que vous avez conçu comme le  
 „ plus rapide, peut devenir plus rapide à  
 „ l'infini; ce qui implique contradiction.

D. Pourquoi, tandis qu'un Vaisseau vogu- Explica-  
tion de di-  
vers phé-  
nomènes  
concer-  
nant le  
 gue à pleines voiles, une Bale tombe-t-elle de la Hune, au pied du Mât par une ligne courbe, apperçue de ceux qui regardent le rivage?

R. La Bale a deux directions inégales, l'une Mouvement.  
 ne horizontale ou parallèle à l'Horizon, & qui vient du Vaisseau; l'autre perpendiculaire & plus forte, qui vient de la pesanteur. La Bale se livrant à toutes les deux, à proportion de leurs forces, avance avec le Vaisseau par une ligne courbe, qui la rend au pied du Mât.

D. Pourquoi une Bale jettée perpendiculairement au pied du Mât, retombe-t-elle au pied du Mât, quoique le Vaisseau soit emporté rapidement?

R. Pour la même raison. La Bale obéissant proportionnellement à ses deux impressions, à ses deux directions inégales, est rapportée par une ligne courbe au pied du Mât.

D. Pourquoi une Orange retombe-t-elle dans la main d'un Cavalier qui la jette en l'air, dans le tems qu'il court à toute bride?

R. C'est encore pour la même raison.

D. Pourquoi un Boulet de canon s'arrête-t-il plutôt dans l'eau que dans l'air?

R. Parce que l'eau cède & se divise plus difficilement que l'air.

D. Pourquoi un Boulet, qui traverse l'air au-

au-dessus d'un Fleuve fort large, en retombe-t-il plutôt?

R. Cela vient d'un excès de résistance dans un air plus mêlé de vapeurs & plus épais.

D. Pourquoi une Fleche, qui présente la pointe à la résistance de l'air antérieur, va-t-elle beaucoup plus loin que si elle présentait le côté?

R. Parce que ne rencontrant que peu d'air à chaque instant, elle communique & perd peu de son mouvement.

Si le Mouvement perpétuel est possible dans l'état naturel.

D. Le mouvement perpétuel mécanique est-il possible dans l'état naturel?

R. Il y a des Philosophes qui prétendent qu'on n'en a pas encore démontré l'impossibilité, & qui ne desespèrent pas qu'on ne puisse le trouver un jour. D'autres soutiennent que ce mouvement est impossible.

Raisons qui paroissent prouver son impossibilité.

D. Quelles sont les raisons par lesquelles on tâche de prouver son impossibilité?

R. Les principales raisons qu'on allègue, sont, 1. parce qu'un Corps ne peut se mouvoir que dans un espace, & qu'il n'y a aucun lieu parfaitement vuide de toute matière. 2. Parce qu'un Corps ne peut exercer son mouvement que sur quelque surface, ou bien il faut le suspendre à quelque point fixe, autour duquel il puisse se mouvoir: dans l'un & dans l'autre cas il y a frottement, ou sur le plan, ou au point de suspension, ou dans le milieu même dans lequel il passe. La quantité de mouvement qu'on lui aura imprimée, sera donc nécessairement diminuée par ce double obstacle; ainsi pour se mouvoir perpétuellement; il faudroit qu'il prît à chaque instant de nouvelles forces, pour réparer celles qu'il perd;

ce



ce qui est contraire à cette loi du mouvement, qui veut qu'un Mobile garde constamment l'état qu'on lui a fait prendre, si cet état n'est changé par une cause nouvelle.

D. Ne peut-on pas prendre pour perpétuel, le mouvement d'un Pendule qui continue ses vibrations égales, au moyen d'un ressort ou d'un poids qu'on remonte au bout d'un tems, ou toute autre chose équivalente ?

le Mouvement d'un Pendule qu'on remonte est perpétuel.

R. Ceux qui parlent de la sorte, n'entendent pas l'état de la question ; car il s'agit d'un mouvement une fois imprimé, auquel on n'ajoute plus rien dans la suite, & qui se suffise à lui-même pour se perpétuer. Le ressort ou le poids, par son effort constant, répare sans cesse le degré de vitesse perdu dans l'instant précédent, & cette réparation est une addition au mouvement primitif.



## CHAPITRE XVI.

### *Du Mouvement de Réfraction.*

D. QU'est-ce que le Mouvement de Réfraction ?

Mouvement de Réfraction.

R. C'est celui que prend un Corps à l'entrée d'un nouveau Milieu. Il change alors de direction ; & c'est à ce changement qu'on donne le nom de Réfraction, pour faire entendre que la direction du Mobile est comme brisée à l'endroit où les deux Mi-

Tome I.

K

lieux

lieux se joignent. Un exemple fera mieux comprendre la chose.

Planche II. Supposons qu'un Corps qui se meut, passe  
Fig. 6. obliquement d'un Milieu dans un autre,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , de l'air dans l'eau, par exemple, ou de l'eau dans l'air. Dans le point de passage,  $b$ , la ligne qu'il décrit, se rompt; il se détourne un peu, tantôt s'éloignant de la ligne perpendiculaire  $d$ ,  $e$ , ou de la ligne qui traverse perpendiculairement les deux Milieux, tantôt s'approchant de cette ligne.

Voici l'explication de ce phénomène. Le Corps qui passe obliquement d'un Milieu dans un autre, a ses deux directions, l'une parallèle à la surface du Milieu dans lequel il passe, l'autre perpendiculaire. Quand le Mobile atteint la surface d'un Milieu, qui résiste plus que celui d'où il vient, comme il arrive lorsqu'une bale passe de l'air dans l'eau, il trouve plus de résistance à la direction perpendiculaire, qu'à la parallèle; un excès de résistance diminue la direction perpendiculaire, tandis que nul excès de résistance ne diminue la parallèle. Après la diminution de la direction perpendiculaire, le Corps mu doit donc lui donner moins, & donner plus à la parallèle. Il ne peut le faire sans s'éloigner un peu de la ligne perpendiculaire qui coupe les deux Milieux: il s'en éloigne; & c'est une Réfraction.

Quand le Mobile atteint un Milieu qui résiste moins, il trouve plus de résistance à la direction parallèle qu'à la direction perpendiculaire. Après la diminution de la direction parallèle, le Mobile doit lui donner moins, & donner plus à l'autre:

l'autre: il ne peut le faire, sans s'approcher de la ligne perpendiculaire aux deux Milieux; & c'est une autre sorte de Réfraction.

Delà la Bale, *a, b, c*, qui passe obliquement de l'air dans l'eau, s'éloigne de la perpendiculaire *d, e*, cessant de regarder le même point *f*. Passe-t-elle de l'eau dans l'air, elle s'approche de la perpendiculaire *d, e*, cessant de regarder le même point *g*. Planche II,  
Fig. 6.

S'il s'agit de tuer d'un coup de fusil un Poisson dans l'eau, visez un peu plus bas: la Réfraction fera monter la bale, & la portera dans le corps du Poisson. A la vérité, comme on ne peut tirer qu'à une petite profondeur, à cause de la grande résistance de l'eau, & que la pesanteur du plomb, dont la vitesse est affoiblie, détruit une partie de la Réfraction en le faisant baisser; comme d'ailleurs on doit supposer que l'objet qu'on se propose de toucher, a une certaine étendue, il semble que dans la pratique ce changement de direction qu'éprouve le plomb en entrant dans l'eau, n'est point une chose fort importante par elle-même, & qu'on pourroit la négliger. Mais il faut faire attention que le Poisson que nous voulons tirer, ne se voit que par des rayons de lumière qui viennent de lui à nous, qui passent obliquement de l'eau dans l'air, & qui étant par conséquent dans le cas de la Réfraction, ne nous représentent point l'objet dans le vrai lieu où il est. Ce qu'il y a encore ici de plus nécessaire à remarquer, c'est que la Réfraction de la Lumière se fait en sens contraire de celle des autres Corps; desorte que le lieu apparent du Poisson est plus élevé que son lieu réel:

ce qui donne de nouvelles forces à la raison qu'on auroit de tirer plus bas, quand on n'auroit égard qu'à la Réfraction du plomb.

D'où dépend la Réfraction.

D. Quelles sont les conditions d'où dépend la Réfraction?

R. La première de ces conditions est l'obliquité d'incidence de la part du Mobile. La seconde, qu'il y ait plus de résistance dans un Milieu que dans l'autre.

Un Corps qui passe obliquement d'un Milieu plus rare, plus aisé, dans un Milieu plus dense, s'éloigne de la perpendiculaire imaginée à la surface du nouveau Milieu. Un Corps qui passe obliquement d'un Milieu plus dense dans un autre qui l'est moins, s'approche de la perpendiculaire tirée à la surface du nouveau Milieu où le Corps entre.

Quand l'incidence d'un Mobile est trop oblique, la Réfraction se change en Réflexion; de manière, par exemple, qu'une pierre ou une balle de plomb, au lieu de passer de l'air dans l'eau, se relève après avoir touché la surface, & forme avec elle un angle presque semblable à celui qu'elle avoit fait en tombant. Dans ce cas, la surface de l'eau fait l'office d'un plan solide & impénétrable; elle détermine le Mobile à remonter de bas en haut, par une autre direction oblique, qui se trouve dans le même plan que celle de son incidence. Cette remarque doit servir de règle à ceux qui tirent dans l'eau. S'ils ne tirent pas de fort près ou d'un lieu élevé, la direction du coup peut devenir trop oblique, & le plomb pourroit bien ne pas entrer dans l'eau.

Où doit se D. Où doit se trouver un Corps grave, que

que son propre poids fait tomber dans l'eau ?

trouver un  
Corps qui  
tombe  
dans l'eau  
par son  
propre  
poids.

R. Il doit se trouver au fond, dans un endroit qui réponde perpendiculairement à celui de la surface par lequel il a passé en tombant. Mais il faut supposer pour cela que le fluide soit en repos pendant le tems de la chute; parce que ce qui tombe dans une Rivière où dans un Torrent, est entraîné par le courant de l'eau en même tems qu'il obéit à la force de sa pèsanteur. La figure du Corps qui s'enfonce dans un fluide, contribue aussi beaucoup ou à lui faire garder ou à lui faire perdre sa première direction, indépendamment de la Réfraction; car cette figure peut être telle, qu'elle occasionne des inégalités dans la résistance du même Milieu. Si, par exemple, au lieu de faire tomber dans l'eau un Corps sphérique, on se sert d'un hémisphère, & qu'on le dirige parallèlement à sa partie plane; il ne gardera point sa première direction, il décrira une ligne courbe, quoique dans un lieu très uniforme, parce qu'il se trouvera plus arrêté d'un côté que de l'autre par le fluide qu'il divise, à cause de sa figure. Nous voyons que les Oiseaux pesans, comme les Corbeaux, les Pigeons, &c. quand ils s'abattent après un long vol, ne manquent pas de courber leurs ailes & leur queue, pour se donner une figure convexe en dessous; ce qui les dirige nécessairement dans une courbe fort allongée qui adoucit leur chute.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE XVII.

### *Du Mouvement de Réflexion.*

Mouvement de  
Réflexion.

**D.** QU'est-ce que le Mouvement de Réflexion?

**R.** C'est celui d'un Corps qui réjaillit à la rencontre d'un autre. Si vous jetez une Bille obliquement sur un plan, elle s'élève après le choc du plan, & s'en va de l'autre côté par un Mouvement qu'on appelle Mouvement réfléchi ou de Réflexion.

Planche II.  
Fig. 7.

**D.** Quelle est la raison de ce phénomène?

**R.** Le Mouvement oblique de la Bille  $a, b$ , est composé de deux directions, l'une parallèle  $a, c$ , l'autre  $a, d$ , perpendiculaire au plan. Le plan étant impénétrable à la Bille, & opposé directement à la direction perpendiculaire en embas, il la change dans une direction perpendiculaire en enhaut: mais la direction parallèle reste; comme elle est parallèle au plan, elle ne rencontre pas le plan, & le plan ne la change nullement. Après la rencontre du plan, la Bille doit donc prendre un milieu  $b, c$ . pour donner à ces deux directions ce qui leur convient, selon leur forces, elle le prend, & voilà le Mouvement de Réflexion. Ce Mouvement fait avec le plan un Angle, qu'on appelle Angle de Réflexion, comme le Mouvement qui vient frapper le plan, fait avec le plan un Angle, qu'on appelle Angle d'Incidence.

**D.** L'An-

D. L'Angle de Réflexion doit-il être si l'Angle égal à l'Angle d'Incidence? de Réflexion.

R. Si dans la chute & dans le choc le Corps ne perd rien de sa force, & qu'aucune des deux directions ne diminue, les deux Angles doivent être égaux; puisque dans la chute, & après le choc, le Corps mu doit décrire une ligne également distante de la parallèle & de la perpendiculaire, pour se livrer également à des forces, à des directions égales. Mais s'il perd de sa force; si la direction perpendiculaire diminue, & diminue plus que la parallèle, comme il arrive dans les Corps sensibles, l'Angle de Réflexion doit être plus petit, puisque le Corps qui se meut, doit donner plus à la direction parallèle qu'à la perpendiculaire devenue plus foible.

D. Quelle est la cause de la Réflexion? Cause de la Réflexion.

R. C'est le Ressort. Mais il est bon de remarquer, que les effets sont souvent en partie détruits, soit par la pesanteur du Mobile, soit par la résistance de l'air, soit parce qu'il n'y a aucun Corps solide qui ait un ressort parfait, ou qui n'en ait pas du tout. Les Corps sans ressort, ou dont l'élasticité est fort imparfaite, sont plus propres que d'autres à rompre les effets violens, parce qu'ils retardent par degrés la vitesse du Mobile, & qu'ils le réduisent au repos en cédant de plus en moins.

D. Quelle est la raison des effets de ce jeu d'enfans que l'on connoit sous le nom de Ricochets? Raïsons des effets du Jeu de Ricochets.

R. La petite pierre plate & ronde, un peu tranchante par les bords, plus épaisse du milieu, qui va rapidement & oblique-

ment friser & effleurer la surface de l'eau, à ses deux directions; l'une parallèle & beaucoup plus forte, l'autre perpendiculaire en embas & beaucoup plus foible. Le plan de l'eau change d'abord par sa résistance la direction perpendiculaire en embas, dans une direction perpendiculaire en enhaut; & la pierre se réfléchit, selon la règle, par une ligne moyenne & oblique. Puis la pesanteur change à son tour la direction perpendiculaire en enhaut, dans une direction perpendiculaire en embas, tandis que la direction parallèle dure encore; & la pierre s'en va de nouveau par une ligne oblique raser la surface de l'eau. Ce jeu continue par la même raison, jusqu'à ce que la pierre ayant perdu son mouvement, s'enfonce par la force de la pesanteur. C'est par la raison des Ricochets qu'un boulet de canon, après avoir effleuré la surface de la Mer, se réfléchit quelquefois, pour aller porter la mort sur le tillac d'un Vaisseau.



## C H A P I T R E XVIII.

### *Du Choc des Corps, & de la Résistance des Milieux.*

**Remarques** D. **Q**ue doit-on observer pour découvrir & concevoir plus facilement  
générales  
sur le Choc des Corps? **R.** Il faut supposer, 1. que les Corps  
des Corps. durs qui se choquent, sont parfaitement durs



durs (a); 2. que les Corps à ressort, ont un ressort parfait; 3. que les Corps mous sont parfaitement mous, s'aplatissant par le Choc, sans se rétablir en aucune manière; 4. que le mouvement de ces Corps se fait dans un Milieu sans résistance & sans frottement.

Il faut encore observer qu'il y a entre deux Corps qui se choquent, un espace à parcourir, ou par l'un des deux entièrement, ou en partie par l'un, & en partie par l'autre. Cet espace ne peut être parcouru que dans un certain tems, & la durée de ce tems mesure la vitesse respective de ces deux Corps. On appelle vitesse respective, celle avec laquelle la distance diminue, soit que l'un des deux Corps reste en repos, soit qu'ils se meuvent tous deux dans le même sens, ou en sens contraires, également, plus ou moins vite l'un que l'autre.

Outre la vitesse respective, il faut de plus considérer les masses; car le Corps choqué oppose son inertie au Corps choquant, & cette résistance se mesure par la quantité de matière contenue sous le même volume. Une grande masse reçoit moins de vitesse qu'une plus petite; &, pour faire

(a) Philosophiquement parlant, un Corps s'appelle dur, lorsque ses parties tiennent ensemble, & ne sauroient se déranger tant soit peu sans que le Corps se rompe. On ne connoit aucun Corps auquel cette définition convienne exactement; mais on regarde les Corps comme plus durs, à mesure qu'ils approchent davantage de cette parfaite dureté. Tous les Corps que nous nommons durs sont réellement élastiques.

re prendre plus de mouvement à un même Corps , il en faut donner aussi davantage au Mobile qui doit le communiquer , parce que l'inertie résiste non-seulement au mouvement, mais aussi à un plus grand mouvement.

Effet des  
Corps élas-  
tiques.

La propriété qu'ont les Corps élastiques, de reprendre leur première figure , fait qu'ils se repoussent; c'est-pourquoi ils se séparent après le Choc. Les parties frappées, en reprenant leur première figure, pressent le Corps par l'action duquel elles ont été enfoncées, & cette pression engendre une nouvelle force.

Pendant que les parties des Corps s'enfoncent, la force qui surmonte la Cohésion est détruite; donc un Corps ne sauroit en frapper un autre, ou deux Corps ne sauroient se frapper mutuellement, sans que la somme des forces soit diminuée. Dans le Choc il n'y a d'autre force détruite que celle qui est employée à enfoncer les parties.

Choc direct.

D. Qu'est-ce que le Choc direct?

R. C'est celui de deux Corps, dont les centres de gravité se trouvent dans la direction de leurs mouvemens. En tout autre cas le Choc est appelé oblique.

Loix du  
Choc des  
Corps durs  
non élasti-  
ques.

D. Quelles sont les Loix du Choc des Corps durs non élastiques?

R. En voici les principales.

1. Un Corps qui vient frapper un Corps en repos, lui donne de sa force à proportion des deux masses. Si le Corps qui frappe a une masse égale, il donne la moitié de sa force; s'il est double, il en donne un tiers; s'il est soudouble, il en donne deux tiers, &c.

2. Un

2. Un Corps qui va plus vite, frappant celui qui le précède, partage l'excès de vitesse à proportion de leur masse, pour aller ensemble après le Choc avec la même vitesse. Quand le Corps qui a le plus de vitesse rencontre celui qui en a moins, la lenteur de l'un fait obstacle à l'autre; mais cet obstacle est mobile, & il doit partager l'excès de vitesse du Corps choquant, à raison de sa masse, suivant la règle précédente.

3. Si deux Corps se choquent avec des forces égales & contraires, ils se réfléchissent avec les mêmes forces. Puisqu'ils ne sont victorieux ni l'un ni l'autre, il faut bien qu'ils retournent sur leurs pas avec les mêmes forces. Ils ne perdent point de leurs forces, puisqu'ils n'en communiquent point, car en communiquer c'est l'emporter.

4. Si deux Corps se choquent avec des directions contraires & des forces inégales, ils vont après le Choc vers le même endroit, selon la direction du plus fort. Dans ce cas le plus fort doit l'emporter, s'il communique de son excès de force; il ne fait que le partager, à proportion des deux masses, pour ôter tout obstacle à la direction.

5. Le seul cas où deux Corps mus en sens contraires, restent en repos, est, lorsqu'après le Choc les vitesses sont en raison inverse des masses. De part & d'autre la force ou la puissance est retenue en équilibre, & cet équilibre fait naître le repos dans les deux Mobiles.

6. Des Corps inégaux, mus dans des sens opposés, ne restent pas en repos après

le Choc, à moins qu'ils n'ayent des forces inégales.

7. Un Corps qui est en mouvement, peut sans aucune Percussion, communiquer du mouvement à un autre Corps, en n'agissant sur lui que par la Pression.

8. L'Action d'un Corps ne diminue point sa force, ni par conséquent sa vitesse, à moins que cette action ne fasse changer de place à l'obstacle, ou à quelqu'une des parties dont l'obstacle est composé.

Remarque  
sur les Loix  
précédentes  
des  
Corps  
durs.

Dans le Choc des Corps durs non élastiques on observe toujours deux effets principaux, une communication de mouvement du Corps choquant au Corps choqué, & un changement de figure ou aplatissement à l'un & à l'autre, à l'endroit du contact. La cause de ces deux effets est la Percussion. L'aplatissement dépend particulièrement de la résistance plus ou moins longue du Corps choqué; c'est-pourquoi, quand même la vitesse respective seroit toujours la même, la grandeur des aplatissemens variroit toujours, suivant le rapport des masses qui se choquent.

Remarques  
sur le  
Choc des  
Corps  
élastiques.

Les Corps élastiques qui se choquent, se séparent après le Choc; mais la force qu'ils ont en se séparant, est différente dans des circonstances semblables, à cause de la différence d'Elasticité dans différens Corps.

Le Ressort ou l'Elasticité parfaite est celle qui fait qu'un Corps changé par le Choc, quant à sa figure, la reprend comme de lui même avec une force égale à celle qui l'a changé. Donc la force, par laquelle un Corps à ressort se rétablit, est égale à celle qui l'a changé, aplati, enfoncé.

On

On ne connoit point de Corps, dont l'Elasticité soit parfaite, mais on la suppose telle dans les règles générales qu'on donne du Choc des Corps élastiques. L'Elasticité imparfaite est susceptible d'un nombre infini de degrés, & l'on doit tâcher de découvrir combien cette Elasticité diffère de l'Elasticité parfaite dans tels ou tels Corps particuliers, afin de pouvoir déterminer jusqu'à quel point les mouvemens de ces Corps s'écartent des règles générales.

Il y a deux sortes de mouvemens dans la percussion des Corps élastiques, l'un qui est indépendant du Ressort, & que l'on peut nommer Mouvement primitif; l'autre qui naît de la réaction des Corps aplatis ou comprimés dans le Choc, & que l'on peut appeller Mouvement de Ressort, Mouvement réfléchi, ou Réaction.

D. Quelles sont les Loix du Choc des Corps élastiques?

Loix du  
Choc des  
Corps  
élastiques.

R. En voici les principales. Les deux premières servent à déterminer les vitesses des Corps élastiques.

1. Si par le Choc de deux Corps, qu'on suppose non-élastiques, la vitesse de l'un est augmentée, le double de l'augmentation doit être ajouté à la première vitesse, pour déterminer la vitesse après le Choc, en cas que les Corps soient élastiques.

2. Deux Corps non-élastiques venant à se choquer, si l'un perd une partie de sa vitesse, la partie perdue doit être doublée & soustraite de la première vitesse, pour déterminer la vitesse après le Choc, quand les Corps sont élastiques.

3. Si un Corps va frapper un autre Corps plus petit & en repos, ils vont tous deux

vers le même endroit ; mais le plus petit va plus vite. Si le plus petit va choquer le plus grand en repos , ce plus grand le repousse.

4. Lorsque deux Corps se rencontrent avec forces égales , ils sont repoussés avec les mêmes forces.

5. Si un Corps frappe un Corps égal & en repos , ils changent d'état ; le premier se repose , le second part. Si on range sur une ligne quelques Billes égales contigues , une Bille qui va choquer la première , fait partir la dernière.

6. Un Corps élastique , qui vient frapper un Corps élastique & immobile , revient avec la même vitesse avec laquelle il l'a frappé. Si la direction est perpendiculaire à l'obstacle , il revient aussi par la même ligne.

7. Un Ressort plié , placé entre deux Corps en repos , lorsqu'il se débande , met ces deux Corps en mouvement. Si la pression qui fait tenir ensemble les parties de ces Corps , surpasse les efforts du Ressort contre ces Corps , toute l'action du Ressort est consumée à mouvoir les Corps , puisqu'il n'y a aucun enfoncement de parties ; & la somme des forces communiquées aux Corps , vaut la force avec laquelle le Ressort a été plié.

8. Un Ressort qui est transporté du côté vers lequel il agit , communique au Corps toute la force avec laquelle il se débande , & imprime outre cela à ce Corps une force qui vaut l'action par laquelle le Ressort est transporté pendant qu'il se débande.

9. Il suit de la règle précédente , que quand l'obstacle n'empêche qu'en partie le Res-

Reffort de se débander, le Reffort déploie du côté opposé toute sa force, moins celle qu'il emploie à mouvoir l'obstacle.

D. Quelles sont les Loix du Choc des Corps mous ? Loix du Choc des Corps mous.

R. Dès que l'on comprend les règles observées dans le Choc des Corps durs & des Corps à ressort, il est aisé d'appercevoir celles qui doivent être suivies des Corps mous.

Si, par exemple, deux Corps parfaitement mous viennent se choquer avec des forces égales, ils demeurent en repos après le Choc. Ces Corps perdent leurs forces comme les Corps à ressort, & ces forces passent dans les parties insensibles, qui se choquent, qui se brisent, qui se réfléchissent. Mais rien ne rend à ces Corps leurs forces communes, puisqu'ils n'ont point de ressort; ils demeureront donc en repos après le Choc.

Comme parmi les Corps il n'y en a apparemment point, qui soient ni parfaitement durs, ni à ressort parfait, ni absolument mous; ils doivent suivre les Loix que nous avons établies, plus ou moins exactement, à proportion qu'ils approchent plus ou moins des Corps parfaitement durs, des Corps à ressort parfait, ou des Corps parfaitement mous. Remarque sur le Choc de tous les Corps.

D. Qu'y a-t-il à observer touchant la Résistance qu'éprouvent les Corps mus de la part des Milieux ? Résistance des Milieux.

R. Les Milieux, quoique fluides, résistent au mouvement, & cette résistance peut venir ou de l'inertie, qui est toujours proportionnelle à la masse des Corps, ou de la grandeur même de leur masse. L'inertie s'op-

s'oppose au déplacement des Fluides ; & plus un Milieu a de densité , plus il fait de résistance. La résistance que font les Fluides vient aussi de la grandeur de leur masse. Une pinte d'eau , par exemple , pèse plus qu'une chopine d'eau : ainsi le même Milieu en pareilles circonstances résiste à proportion de la quantité qu'on en déplace , & cette quantité doit être mesurée par la surface antérieure du Corps qui s'y meut , & par l'espace qu'on lui fait parcourir.

C'est une règle générale que deux Corps égaux de masse & de volume , parcourant avec des vitesses égales des Fluides de différente densité , perdent de leur vitesse à raison de la densité des Milieux qu'ils parcourent (a).



## CH A P I T R E X I X.

### *De la Gravité ou Pésanteur , & du Poids des Corps.*

Ce que  
c'est que la  
Gravité ou  
Pésanteur.

D. QU'est - ce que la Pésanteur ?  
R. C'est cette force par laquelle tout Corps tombe vers le centre de la Terre, lorsqu'il n'est retenu par aucun obstacle.

D.

(a) Cette matière de la Résistance des Milieux demande beaucoup de discussions , & se trouve traitée à fond dans le Tome I pag. 489 des *Elémens de Physique* de Mr. 's *Gravesande*.



*D.* Cette propriété convient-elle aussi aux Corps qu'on nomme légers, comme à la plume, aux flocons de Laine, aux ex-halaisons, à la fumée, puisque ces Corps se meuvent de bas en haut ? Si cette propriété convient aux Corps légers.

*R.* Elle leur convient également. Ces Corps n'affectent cette direction contraire à celle de la Pésanteur, que parce qu'ils sont dans certaines circonstances qui les y forcent. Dans un Milieu non résistant, comme dans la Machine du Vuide, tous les Corps tombent en même tems au fond, dès qu'ils sont abandonnés à eux-mêmes; la Plume la plus légère y parvient aussitôt qu'un morceau d'Or ou de Plomb. C'est une expérience qui ne manque jamais de réussir.

*D.* Quelle est donc la cause de l'élévation de ces Corps légers ? Cause de leur élévation.

*R.* C'est qu'ils ont moins de poids ou de matière que l'Air, sous un même volume. Lorsque l'Air est dans son état naturel, il élève les vapeurs, la fumée, parce qu'à volume égal il a plus de poids; mais quand on l'a raréfié, c'est-à-dire, quand on a diminué le nombre des parties pésantes de ce volume égal, il ne peut plus les élever, il ne peut pas même les soutenir, & la fumée répandue dans un vase, ou Récipient, se trouvant alors plus pésante, relativement à l'Air qui a changé de densité, le déplace à son tour par sa Gravité naturelle.

*D.* Quelles sont les forces que la Gravité produit dans les Corps ? Force que la Gravité produit dans les Corps.

*R.* Elle produit la Force morte, ou la Force vive. Quand les Corps sont retenus par un obstacle invincible, la Gravité qui leur fait presser cet obstacle, produit alors une

une Force morte, car elle n'opère aucun effet. Mais lorsque rien ne retient les Corps, alors la Gravité produit une Force vive dans ces Corps, puisqu'elle les fait tomber vers la surface de la Terre.

Différence  
entre la Pé-  
santeur &  
le Poids.

*D.* Quelle différence mettez-vous entre la Pé-  
santeur & le Poids?

*R.* La Pé-  
santeur est cette force qui sol-  
licite les Corps à descendre; & le Poids,  
c'est la somme des parties pesantes qui sont  
contenues sous le même volume. La Pé-  
santeur appartient également à toutes les  
parties d'un même Corps; qu'elles soient  
unies ou séparées, cette force n'est ni aug-  
mentée, ni diminuée; mais le poids d'un  
Corps change comme la quantité de matiè-  
re qui le compose. Un petit Corps a au-  
tant de pesanteur qu'un plus grand, quoi-  
qu'il ait moins de poids, parce que l'un &  
l'autre tendent de haut en bas avec la mê-  
me vitesse.

Si la Gra-  
vité agit  
toujours  
également.

*D.* La Gravité agit-elle également sur les  
Corps à chaque instant, soit qu'ils soient  
en repos, soit qu'ils soient en mouvement?

*R.* Oui; & c'est par-là qu'on explique  
pourquoi les Corps pesent sur les obstacles  
qui les retiennent.

Raison de  
la différen-  
ce des pres-  
sions, tirée  
de la dif-  
férence de  
la Pé-  
santeur.

*D.* Pourquoi un Corps, qui a cent par-  
ties de matière propre, pese-t-il dix fois  
davantage sur l'obstacle qui le soutient, que  
le Corps qui n'en a que dix, quoique ces  
deux Corps tombent également vite?

*R.* Les Corps ne pressant l'obstacle qui  
les soutient que par l'effort qu'ils font pour  
obéir à la force de la Gravité qui agit sans  
cesse sur eux, il s'ensuit que cette force  
agira comme cent sur celui qui a cent par-  
ties de matière, & comme dix sur celui  
qui n'en a que dix.

*D.*

D. Quelle est la ligne que suivent les Corps en tombant vers la Terre ? Ligne que suivent les Corps en tombant vers la Terre.

R. Ils suivent une ligne perpendiculaire à l'horizon ; & si cette ligne étoit prolongée , elle passeroit par le centre de la Terre , supposé que la Terre fût parfaitement sphérique ; mais la Terre étant un Sphéroïde applati vers les Poles , & élevé vers l'Équateur selon les mesures par lesquelles Mrs. de Maupertius , Clairaut , & les autres Académiciens qui ont été au Pole , viennent de fixer sa mesure , la ligne de direction des Graves ne tend point directement au centre de la Terre , mais leur lieu de tendance se trouve être un certain espace autour de ce centre.

D. Sait-on quelle est la cause de cette force qui fait tomber les Corps vers la Terre ? Quelle est la cause qui fait tomber les Corps vers la Terre.

R. Les uns disent que c'est l'effet de quelque matière invisible ; mais les preuves qu'ils en donnent sont sujettes à des difficultés insurmontables. Newton regarde la Pésanteur des Corps comme la suite naturelle d'une Gravitation générale , qu'on observe dans toute la Nature ; mais il semble que c'est abandonner la cause pour s'attacher à l'effet. Les Newtoniens d'aujourd'hui attribuent la Pésanteur à la tendance ou Attraction réciproque , que tous les Corps ont naturellement les uns vers les autres , par la seule volonté de Dieu. Suivant Gassendi , la chute des Corps est produite par certains écoulemens d'une matière qui agit comme celle de l'Aiman ; mais il n'a point prouvé l'existence de cette matière.

Pour expliquer ce phénomène si ordinaire

re & si surprenant de la Pésanteur, Descartes a supposé que la Terre est entourée d'un grand Tourbillon de matière subtile, qui circule autour d'elle d'Occident en Orient, & qui l'emporte dans sa rotation journalière, & que cette matière subtile repousse les Corps pesans vers la Terre, par la supériorité de la Force centrifuge qu'elle acquiert en tournant. Cette explication tout-à-fait simple & ingénieuse, est sujette à de grandes difficultés, puisqu'alors les Corps ne devroient point tomber selon la progression découverte par Galilée, & qu'au-lieu d'être dirigés vers le centre de la Terre dans leur chute, ils devroient tendre perpendiculairement à son axe. Mr. Huyghens a répondu à ces difficultés, en supposant que la matière qui fait la Pésanteur, va dix-sept fois plus vite que la Terre, & que le mouvement de cette matière se fait en tout sens.

Si la Pésanteur est toujours la même à différentes distances de la Terre.

**D.** La Pésanteur est-elle toujours la même à une distance plus ou moins grande de la Terre?

**R.** En général la Pésanteur absolue d'un Corps ne varie point, tant que sa quantité de matière est la même; mais, si l'on considère la Pésanteur comme la vitesse actuelle avec laquelle le Corps grave se porte de haut en bas, il s'en faut bien qu'elle soit la même au commencement ou à la fin de la chute. Quelle que puisse être la cause de la Gravité, il faut concevoir cette force comme si elle étoit placée dans le Mobile même, sur lequel elle agit. Toutes choses égales d'ailleurs, une balle de plomb qui a cédé à sa Pésanteur pendant l'espace d'une seconde, a une vitesse actuelle plus grande,

de, que celle qui ne seroit tombée que pendant une demi-seconde.

Plusieurs expériences nous font connoître que la vitesse des Corps qui tombent librement, s'augmente par une chute plus longue; elles nous donnent même la mesure de cet accroissement, en faisant voir qu'il est proportionel à la hauteur. Il n'y a personne qui ne sache, que la chute d'une pierre est d'autant plus à craindre qu'elle vient de plus haut.

D. Quel est le sentiment de Newton sur cette matière?

Sentiment  
de Newton  
sur cette  
matière.

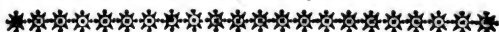
R. Il nous assure que cette puissance secrète, qui sollicite les Corps à tomber vers la Terre, agit moins sur eux quand ils en sont plus éloignés; il fait plus, il nous donne des règles pour évaluer cette diminution; &, comme s'il eût porté la balance jusqu'à la Lune, il veut que l'on croie qu'une pierre qui commenceroit à tomber de cet Astre, tomberoit à une telle hauteur 3600 fois plus lentement qu'elle ne fait aux environs de la surface de la Terre. C'est ce que ce Philosophe a appuyé sur des preuves & sur des démonstrations qui tiennent contre l'examen le plus rigoureux.

D. La Pésanteur est-elle la même dans tous les endroits de la Terre?

Si la Pésanteur est

R. Non; elle est plus grande près des Poles que près de l'Equateur. On fait par plusieurs expériences qu'il faut racourcir le Pendule dans les Païs qui sont proche de l'Equateur, si l'on veut qu'il y fasse ses vibrations en aussi peu de tems qu'à Paris.

la même  
dans tous  
les en-  
droits de la



## C H A P I T R E XX.

*Des Forces centrales.*

**Forces centrales.** *D.* QU'appellez-vous Forces centrales ?  
*R.* On donne ce nom aux Forces qui produisent le mouvement d'un Mobile, qui tend continuellement à s'éloigner du centre de son mouvement, ou à s'en aprocher.

**Force centrifuge.** *D.* Qu'est-ce que la Force centrifuge ?  
*R.* C'est celle avec laquelle un Mobile tâche de s'éloigner du Centre.

**Force centripète.** *D.* Qu'est-ce que la Force centripète ?  
*R.* C'est celle avec laquelle un Corps est tiré ou poussé vers le Centre.

**Remarques sur ces Forces.** La Force centrifuge & la Force centripète sont égales entre elles; car elles agissent dans un sens contraire, & s'entrede-truisent. Le Mobile est retenu par sa Force centripète dans la Courbe, dont sa Force centrifuge tâche de l'éloigner. La Fronde tournée en rond, est également tendue des deux côtés, & la pierre tâche de s'éloigner de la main, avec la même force qui la retient, ou qui la retire vers la main.

Un Corps jetté par une Force qui tend vers un Centre, se meut dans un plan qui passe par la ligne suivant laquelle se fait la projection, & par le Centre des Forces.

Quand un Corps se meut autour d'un Centre, & qu'en se mouvant il s'approche davantage de ce Centre, son mouvement est

est accéléré; & retardé au contraire, s'il s'en éloigne.

Pour pouvoir assigner la mesure des Forces centrales, il faut les comparer ensemble, car elles diffèrent non seulement à l'égard de la quantité de la matière, mais aussi par rapport à la distance du Centre, & par rapport à la vitesse avec laquelle les Corps font leurs révolutions.

On appelle Temps périodique, celui qu'un Mobile emploie pour achever une révolution entière autour d'un Centre.

Les Forces centrifuges de deux Corps, qui se meuvent avec la même vitesse, & à égale distance du Centre, sont entre elles comme leurs pesanteurs.

Si deux Corps égaux ont le même Temps périodique, mais qu'ils soient dans des distances différentes du Centre, leurs Forces centrifuges seront comme les distances des Centres.

Tous les Corps indistinctement, en quelque état qu'ils puissent être, acquièrent une Force centrifuge en tournant. Ainsi le mouvement circulaire est la source de la Force centrifuge, & cette Force augmente à proportion de la vitesse. La Liaison des parties ou leur fluidité ne change rien à cet égard.

Les exemples des Toupies & des Pirouettes nous font voir que la Force centrifuge se met en équilibre avec elle-même, dans les Corps dont l'axe ou le Centre de gravité ne circule point. Les Soleils qu'on fait paroître dans les Feux d'artifice, deviennent plus grands & plus beaux par leur mouvement de rotation; car le Salpêtre enflammé se répand par une infinité de Tan-

gen-

gentes, & forme un plan plus étendu qu'il ne pourroit être s'il brûloit sans tourner.

usage des Forces cen- On a commencé à faire usage des Forces  
trifuges dans la Mé- centrifuges dans la Méchanique. On a  
chanique. construit des Pompes, où la Force centri-  
fuge est appliquée d'une manière ingénieu-  
se. On a fait aussi sur le même principe des  
Soufflets de forges, & des espèces de Cri-  
bles ou Vans, pour nétoyer le Blé. La par-  
tie principale de ces Machines est toujours  
un Axe garni de Volans, qu'on fait tour-  
ner dans un Tambour.

Et des Forces cen- Les Forces centrales sont aussi d'un très  
trales dans grand usage dans la Physique, & sur-tout  
la Physi- dans l'Astronomie. Les mouvemens des  
que. Corps célestes doivent être expliqués selon  
les principes de ces Forces. Si la Lune  
tourne autour de la Terre, la Terre elle-  
même & les autres Planètes autour du So-  
leil; c'est que tous ces Astres sont sollici-  
tés en même tems par deux Puissances; d'un  
côté la Force centrifuge, qui résulte de leur  
mouvement presque circulaire, tend à les  
éloigner du Centre de cette révolution; du  
côté opposé, ils sont retenus par une Force  
centripète, dont l'existence est reconnue  
de tous les Philosophes, quoiqu'ils soient  
encore peu d'accord sur la nature de sa cau-  
se. Si l'une de ces deux Forces cessoit d'a-  
gir, ces grands Mobiles viendroient se pré-  
cipiter au Centre du Monde, ou bien  
ils iroient se perdre dans l'immensité des  
Cieux (a).

## CHA-

(a) On peut consulter sur cette importante  
matière, Huyghens, Newton, Bernoulli, Keill,  
's Gravesande, l'Abbé Nollet, Mussichenbroek.





## CHAPITRE XXI.

### *De la Mécanique en général.*

D. **Q**uest-ce que la Mécanique?

Ce que

R. **C**'est la Science de mouvoir les Corps avec de moindres forces & en moins de tems, c'est-à-dire, qu'une Puissance dirigée par les règles de cette Science, produit un mouvement & plus grand & plus accéléré, que ne feroit une autre Puissance simplement appliquée.

c'est que la Mécanique.

D. Quel est l'objet de la Mécanique?

Son objet.

R. Ce sont les Machines, avec les avantages qui en résultent.

D. Qu'entendez-vous par le nom de Machines?

Ce qu'on entend par Machines.

R. Les Machines sont certains Corps ou assemblages d'une construction plus ou moins simple, qui transmettent l'action d'une Puissance sur une résistance, & qui la font croître ou diminuer en variant les vitesses.

D. Combien distingue-t-on de sortes de Machines?

Combien de sortes de Machines.

R. Il y en a de deux sortes, des simples & des composées. Les Machines simples sont le Levier, le Plan incliné & les Cordes. Les Machines composées naissent de la combinaison de celles qui sont simples.

D. Quelles sont les Machines les plus ordinaires?

Machines les plus ordinaires.

R. Ce sont les Leviers, les Balances à bras égaux ou inégaux, les Poulies simples

Tome I.

L

ou

ou composées, les Poulies dormantes & les mobiles, les Mouffles différemment assorties, le Treuil & tous les Cabestans, la Grue & la Calandre, les Roues engrénées dans des pignons, le Cric & les Moulins.

Utilité de  
la Mécha-  
nique.

D. Quelle est l'utilité de la Mécanique?

R. L'Homme en retire des avantages infinis. „ A l'aide de la Mécanique, dit un „ Auteur célèbre, ce petit Etre, haut de „ cinq à six pieds, & pourvu de deux bras, „ va expédier autant d'ouvrage, qu'un „ Géant qu'on imagineroit en avoir mille. „ Les grands objets dont la Nature est pleine, sembleroient devoir à tout propos „ le conduire au desespoir. Que deviendra-t-il sous l'effort des grands Vents? „ Avec la Mécanique il tient la Nature „ en bride: les Vents deviennent ses Serviteurs en le portant au-delà des Mers: „ il construit des Bâtimens qui serviront à „ ses Arrière-neveux. Otez la Mécanique à l'Homme, vous le réduisez à des „ pensées stériles. La Mécanique a fait „ tout ce qu'il y a de plus beau sur la „ Terre.

Productions que nous devons à la Mécanique.

Qu'on juge de ce qu'on peut attendre de cette Science, par les productions dont nous jouissons actuellement. Les Moulins qui nous préparent la farine, ceux qui foulent nos étofes, ou qui nous tirent l'huile des Végétaux; les différentes Pompes qui élèvent l'eau pour nos usages & pour la décoration de nos Jardins; les Voitures qui nous épargnent tant de fatigues, & qui rendent les transports si faciles & si commodes; les Poulies, les Grues, les Cabestans, dont l'application est si avantageuse & si fréquente dans l'Architecture & dans la Na-

Navigation; les Ponts-levis, & quantité d'autres moyens dont on se sert pour défendre les Places, ne sont-ils pas autant de Machines dont on sent tous les jours l'utilité, & qui deviennent même nécessaires selon les circonstances?

D. Quelles Sciences doit posséder celui qui veut se rendre habile dans la Méchanique? Sciences nécessaires à un Méchanicien.

R. Il faut qu'il ait des connoissances suffisantes des Mathématiques & de la Physique. Un Méchanicien doit non seulement estimer & mesurer des forces contraires relativement à leurs positions respectives; mais il faut encore qu'il sache distinguer quelle est la nature de ces forces, ce qui peut s'y mêler d'étranger, par la qualité des matières qu'on emploie, par la circonstance du lieu, du tems, &c. Celui qui ne seroit ni Géomètre, ni Physicien, travailleroit absolument en aveugle, & ne pourroit se flatter de réussir que par un pur hazard; souvent après bien des tentatives inutiles, pénibles, & presque toujours dispendieuses.

D. Qui sont ceux qui se sont appliqués particulièrement à la Méchanique? Fameux Méchaniciens.

R. Archytas, Eudoxus, Aristote, Archimède, parmi les Anciens; Oughtred, Wallis, Mariotte, Amontons, de la Hire, Varignon, &c. Gravesande, parmi les Modernes, se sont distingués dans cette Science, par les découvertes & les progrès qu'ils y ont faits.

D. Quelles sont les Sciences qui font partie de la Méchanique? Sciences qui font partie de la Méchanique.

R. Ce sont la Statique & l'Hydrostatique. La Statique s'applique à la connoissance des Poids, des Centres de gravité, &

de l'Equilibre des Corps. L'Hydrostatique examine les propriétés & la conduite des Fluides.

**Ce qu'il y a à distinguer dans une Machine.** D. Combien de choses y a-t-il à distinguer dans une Machine?

R. Il y en a quatre principales, qui sont, 1. le Centre de mouvement, l'Hypomochlion, ou le Point d'appui, sur lequel agissent les forces opposées; 2. le Poids ou l'Obstacle à vaincre, qu'on appelle la Résistance; 3. l'effort opposé, qui porte le nom de Puissance ou de Force motrice; 4. la vitesse avec laquelle on fait mouvoir la Puissance & la Résistance.

**Centre de Mouvement ou Point d'appui.** D. Qu'est-ce que le Centre de mouvement ou le Point d'appui?

R. C'est cette partie d'une Machine autour de laquelle les autres se meuvent. C'est, par exemple, dans une Balance, l'endroit de la chaise, sur lequel repose l'axe du fleau; c'est, dans une roue de Carrosse, l'extrémité du rayon qui touche actuellement le terrain lorsqu'elle roule: c'est la penture d'une Porte, l'axe d'une Poulie.

**Si ce Centre est toujours un seul Point fixe.** D. Le Centre de mouvement est-il toujours un seul Point fixe?

R. C'est souvent une suite de Points qui forment une ligne: tel est l'axe d'une Sphère, telles sont les Charnières, & tout ce qui en fait l'office.

D. Le Point d'appui est-il toujours fixe?

R. Très souvent il n'est fixe que relativement à la révolution dont il est le centre; il peut être mobile d'ailleurs. Tel est, par exemple, l'essieu d'une Charette, qui est emporté dans une direction parallèle au terrain, pendant qu'il est le centre du mouvement des roues. Quelquefois même c'est l'ac-

l'action d'un Corps animé qui sert d'appui, comme lorsque deux hommes portent ensemble quelque fardeau sur un Bâton, dont ils soutiennent chacun un bout: l'un des deux, indifféremment, peut être regardé, ou comme Puissance, ou comme Point d'appui.

D. Qu'est-ce que la Résistance?

R. C'est cette Force ou l'Obstacle qui s'oppose au mouvement de la Machine que la Puissance anime ou fait mouvoir. Tel est un bloc de pierre ou de marbre, qui résiste par son poids à l'action des hommes qui font effort pour le traîner ou pour l'enlever, par le moyen d'un Treuil ou de quelque autre Machine. La Résistance n'est pas toujours une quantité constante, comme un poids qu'on veut enlever: souvent ce sont des ressorts à tendre, des corps à diviser, des fluides à soutenir; &, en pareil cas, la Puissance a plus ou moins à faire au commencement de son action qu'à la fin. La Machine doit toujours être proportionnée de façon, que la Résistance se trouve toujours inférieure à la Force motrice.

D. Qu'est-ce que la Puissance ou Force motrice?

R. La Puissance est une Force quelconque, ou plusieurs ensemble, qui concourent à vaincre un obstacle, ou à soutenir son effort. Ainsi les Hommes ou le Cheval qui remontent un Bateau contre le courant de la Rivière, le poids d'un Tourne-broche, c'eux d'une Horloge ou d'une Pendule, doivent être regardés comme la Puissance ou Force motrice.

Une règle générale à laquelle il est bon de se conformer.

observer.

de faire attention, c'est que dans quelque Machine que ce soit, lorsque la Puissance est en équilibre avec un Poids, ou en général avec une Résistance, elle surmonte, pour peu qu'on l'augmente, cette résistance, pourvu qu'il n'y ait point de Frottement ; car lorsqu'il y a du Frottement, il faut qu'il soit aussi surmonté par la Puissance.

Choses qui  
peuvent  
tenir lieu  
de Forces  
motrices.

*D.* Quelles sont les choses qui peuvent faire l'office de Forces motrices ?

*R.* On peut mettre de ce nombre toutes les Créatures animées & inanimées : comme les Hommes, les Animaux, l'Air, l'Eau, le Feu, les Poids, les Corps élastiques. On appelle Force ou Puissance vive, celle qui produit un mouvement actuel. Si cette Puissance n'est qu'un poids soutenu, on la nomme Force ou Puissance morte, ou qui soutient.

Comment  
on doit  
employer  
une Puissance.

*D.* Que doit-on observer dans l'emploi qu'on fait d'une Puissance ?

*R.* Quand la Puissance est l'effort d'un Homme ou d'un Animal, on ne doit l'estimer que relativement à la nature & à la durée du travail, puisque l'effort d'un Homme ou d'un Animal ne sauroit être le même à la fin du travail qu'au commencement, lors sur tout qu'il s'agit d'un travail de longue durée. Il faut aussi faire en sorte que cette sorte de Puissance ne soit point gênée, soit par la situation du terrain, soit par la disposition de la Machine à laquelle elle est appliquée, ou par quelque autre obstacle. Si la Puissance est un poids ou un ressort, il peut arriver qu'elle ne soit pas d'une valeur constante, puisqu'à mesure qu'un ressort se déploie, son effort diminue. Il arrive aussi que dans tous les cas où le mou-  
ve-

vement est imprimé par le choc d'un corps qui tombe, la Machine en reçoit d'autant plus, que le Moteur descend de plus haut, puisque l'accélération augmente la force des corps qui tombent librement.

D. Quelle est la manière de comparer entre elles les actions des Puissances?

Manière de comparer les actions des Puissances;

R. Voici sur cela quelques règles qui peuvent être de grand usage.

Les Pressions, c'est-à-dire, les actions des Puissances sont égales, si, dans des tems égaux, elles produisent des effets égaux. Cette proposition est évidente; en voici une autre qui ne l'est pas moins. Des Pressions égales, agissant dans un sens opposé, se détruisent mutuellement; & celles qui se détruisent mutuellement sont égales. Il s'ensuit donc de là que les Pressions sont entre elles comme les effets produits en tems égaux. Quand on presse un obstacle, & que cet obstacle ne cède point, il faut que la Pression soit détruite par une Pression contraire; sans quoi celle-là ne produiroit aucun effet. Si donc la Pression n'est pas détruite par une Pression contraire, l'obstacle cesse. Il n'est ici question que du Transport, qui est l'effet immédiat de la Pression, & qui n'a jamais lieu que dans le premier moment infiniment petit, quand l'obstacle cède à l'action de la Puissance (a).

La Pression engendre de la force; & si elle continue à agir sur le Corps, la vitesse déjà acquise augmente, & cela aussi longtemps

(a) Voyez sur cela les *Elémens de Physique* de 'sGravesande, & l'*Essai de Physique* de Mufchenbroek.

teins que le corps est pressé. Dans un tems infiniment petit, la Pression ne peut communiquer au corps qu'une vitesse infiniment petite, & par cela même qu'une force infiniment petite.

Une Pression est souvent détruite en partie par une Pression contraire; &, en ce cas, ce qui reste meut l'Obstacle & engendre de la Force. C'est ainsi qu'un Bateau tiré par une corde, souffre de la résistance de la part de l'eau: aussi longtems que cette résistance est plus petite que la Pression qui tire la corde, la vitesse du Bateau va en augmentant; & la réaction, qui est égale à l'action, puisque la corde est également tendue des deux côtés, doit être attribuée en partie à l'inertie du Bateau. Quand, par l'augmentation de la vitesse, la résistance de l'eau est augmentée au point, qu'elle suffise seule pour détruire l'action par laquelle le Bateau est tirée, ce Bateau se meut d'un mouvement uniforme par sa Force inhérente: les deux Pressions qui agissent sur le Bateau se détruisant mutuellement.

Remar- D. Qu'y a-t-il à remarquer touchant la ques sur la vitesse avec laquelle on fait mouvoir la vitesse avec Puissance & la Résistance?

R. Les vitesses se mesurent par les espaces que parcourent la Puissance & la Résistance, ou qu'elles parcourroient, eu égard à la disposition de la Machine, si l'une emportoit l'autre. Un Homme, par exemple, qui tire un fardeau par le moyen d'un Cabestan, décrit, en marchant, la circonférence d'un cercle; &, pendant qu'il parcourt ce chemin, le fardeau s'approche, d'une certaine quantité: ce sont ces espaces



ces parcoures de part & d'autre, qui déterminent les vitesses relatives; car le tems est égal pour l'un & pour l'autre. De même, quand les deux Bassins d'une Balance sont en repos par cause d'équilibre, on connoit leurs vitesses par le chemin qu'ils feroient en même tems, l'un en montant, l'autre en descendant, si le mouvement avoit lieu.

D. Dans quels cas est-on obligé de recourir aux Machines composées ?

Cas où l'on est obligé de recourir aux Machines composées.

R. On emploie les Machines composées dans les occasions où l'on ne recevrait pas assez de force à l'aide des Machines simples, soit parce qu'elles devroient être trop grandes, & qu'on ne pourroit les placer commodément, soit afin de pouvoir faire travailler plus de monde à la fois. Lorsqu'il est question d'élever fort haut une grosse pièce de marbre, comme on ne sauroit le faire ni avec le Levier seul, ni avec des Poulies, ni même avec le Vindas, on emploie & des Poulies & des Vindas, dont on forme une Machine composée qui produit alors l'effet que ni les Poulies, ni les Vindas n'auroient pu produire séparément.





## C H A P I T R E XXII.

*Des Frottemens.*

Nécessité  
d'avoir é-  
gard aux  
Frotte-  
mens dans  
l'usage des  
Machines.

Observa-  
tions sur  
les Frotte-  
mens.

**D.** Pourquoi doit-on avoir égard aux Frottemens dans l'usage des Machines ?

**R.** Parce qu'en résistant au mouvement ils diminuent la force des Puissances.

**D.** Que faut-il observer pour se faire une juste idée des Frottemens ?

**R.** Tous les corps, quelque polis qu'ils paroissent, sont inégaux, raboteux, pleins de petites éminences & de pores ou cavités, qui occasionnent nécessairement des Frottemens, lorsqu'on les applique les uns sur les autres. Quand on supposeroit que toutes les parties solides de la surface d'un corps seroient exactement dans le même plan, ce qui n'arrive jamais, les pores qui les sépareroient nous représenteroient encore cette superficie comme un assemblage de petites éminences & de petites cavités. Supposons, par exemple, que deux plans de cette espèce se touchent dans toute leur étendue, les parties hautes de l'une entreroient dans les pores de l'autre, comme il arrive à peu-près à une pelote couverte de velours, que l'on pose sur un tapis de même étoffe; ou bien, si c'est un corps solide que l'on plonge dans un liquide, celui-ci en conséquence de la ténuité & de la fluidité de ses parties, se moule axactement dans toutes les cavités de l'autre, comme

on

on peut le remarquer par l'humidité qu'on y aperçoit quand il en sort.

D. Le fruit qu'on peut retirer de l'examen des Frottemens est-il considérable? Fruit qu'on peut retirer de l'examen des Frottemens.

R. Comme les Frottemens sont une source perpétuelle de retardemens ou de diminutions de profits dans les Mécaniques, leur connoissance sert à tout prévoir, à tout évaluer, à assigner précisément les rapports & les gains.

Les grands Artistes, les Ingénieurs ne se contentent pas de comparer les rapports des Leviers & des Espaces parcourus. Ils savent que tous les corps sont plus ou moins raboteux, & que dans les Frottemens des uns contre les autres il se trouve des hauts & des bas, des engrénages, des sorties & des rentrées, ou des espèces de cahots; qu'il en est de la résistance de ces inégalités à l'échappement, comme de la résistance des dents d'une Scie froissée contre celles d'une autre; qu'il en est de ces secousses, comme des montées & des descentes d'une voiture sur un mauvais pavé; que si ces montées & ces descentes accumulées dans l'étendue d'une lieue, se trouvent par un calcul très vraisemblable de la valeur de 66 toises d'une hauteur perpendiculaire, les Frottemens doivent causer un préjudice considérable, & que par conséquent leur connoissance est de la dernière importance.

D. Combien y a-t-il d'espèces de Frottemens? Deux sortes de Frottemens.

R. On en distingue de deux sortes. Le premier est celui où l'on applique successivement les mêmes parties d'un Corps à différentes parties de l'autre. Le second est

celui où l'on fait toucher successivement différentes parties d'une surface à différentes parties d'une autre surface.

Le Frottement de la première espèce est très fort; il occasionne souvent la rupture de ces petites éminences, qui forment l'inégalité des superficies, comme on peut le remarquer par la poussière qu'on fait naître de deux marbres, ou de deux morceaux de bois dressés, qu'on frotte l'un sur l'autre un peu rudement. Le Frottement de la seconde espèce n'est jamais aussi efficace que l'autre pour ralentir le mouvement. Une Bille qu'on fait rouler sur un Billard produit cette sorte de Frottement.

Exemple  
des effets  
de ces  
Frotte-  
mens.

Voici un exemple des différens effets que produisent ces deux sortes de Frottemens. Quand on craint qu'une Voiture ne se précipite en descendant trop vite, on en enraye les roues, pour les empêcher de tourner sur leur axe. Le même point de la circonférence traîne alors successivement sur une suite de points pris sur le terrain; c'est un Frottement de la première espèce, qui résiste considérablement au mouvement de la Voiture. Il n'en est pas de même quand chaque roue tourne à l'ordinaire sur son effieu; elle se déploie sur les différentes parties du plan qu'elle a à parcourir; son Frottement, quant à sa circonférence, est de la seconde espèce; & son mouvement beaucoup plus libre, le feroit trop s'il se trouvoit encore favorisé par une pente trop roide.

Si on peut  
établir des  
règles gé-  
nérales  
pour éva-

D. Peut-on établir des règles générales pour évaluer la résistance causée par les Frottemens?

R. Mr. Musschenbroek conclut d'un grand

grand nombre d'expériences faites à ce sujet (a), qu'il n'y a sur cette matière rien d'assez constant pour en pouvoir faire le fondement d'une exacte théorie; qu'on doit établir autant de règles particulières qu'il y a d'espèces de corps; que ces règles doivent différer entre elles, suivant la nature des surfaces; que cependant dans l'évaluation des Frottemens, il faut avoir plus d'égard à l'effort de la pression, qu'à la grandeur des surfaces. D'autres Physiciens prétendent que la grandeur des surfaces n'entre pour rien dans le Frottement, & qu'on ne doit avoir égard qu'au degré de pression.

Tout ce qu'il y a de certain à cet égard, c'est que le passage successif d'une surface sur une autre, est nécessairement d'autant plus retardé, qu'elles ont toutes deux plus d'inégalités; mais ce plus ou ce moins varie à l'infini, non seulement par la nature des corps, mais aussi par le degré de perfection qu'ils peuvent recevoir de l'art. Un Ouvrier a-t-il jamais poli également deux morceaux du même bois, du même métal, de la même pierre? Et d'ailleurs, quand il auroit une règle certaine pour s'en assurer, pourroit-on compter sur la constance de cet état? Toutes les matières s'usent & s'altèrent peu à peu, & ces accidens dont on ne peut guère estimer la valeur, augmentent quelquefois, & plus souvent diminuent le poli des surfaces.

D. Est-il plus facile de mesurer les autres quantités qui entrent dans l'évaluation des Frottemens, comme la grandeur des surfaces, l'incertitude de dans l'estimation des Résistances.

(a) Voyez son *Essai de Physique*, pag. 176, ces. & suiv.

superficies, la pression qu'elles ont l'une sur l'autre, & leur degré de vitesses.

R. Oui; mais comme leur valeur est relative à l'état actuel des surfaces, il reste toujours beaucoup d'incertitude dans l'estimation des Résistances. On se contente pour l'ordinaire d'un à-peu-près, qui souvent n'en est point un. Quelques Physiciens croient qu'un tiers de la Puissance ou du mouvement imprimé à une Machine, est employé à vaincre les Frottemens. Mais cela doit s'entendre d'une Machine en grand, & il doit y avoir beaucoup de variété, suivant son degré de simplicité, & selon la perfection des pièces dont elle est composée.

Tous les  
Corps sont  
sujets au  
Frotte-  
ment.

D. Tous les corps sont-ils sujets au Frottement?

R. On n'en connoit aucun qui en soit exempt. Tout s'altère, tout dépérit par le Frottement. Les Machines, les instrumens les mieux faits, ne durent qu'un certain tems, & d'autant moins que l'usage qu'on en fait est plus fréquent. Le Frottement, toujours inévitable, change insensiblement leurs surfaces, leurs formes, & leur font perdre les qualités qui en dépendent. Les matières les plus dures & les plus solides ne tiennent point contre un long service sans donner des marques de diminution. Un Rasoir, un Couteau, une Hache, perdent bientôt le fil de leur tranchant.

Effet du  
Frotte-  
ment dans  
les ouvra-  
ges d'Hor-  
logerie.

D. N'est-ce pas en partie par le Frottement que les ouvrages d'Horlogerie se ralentissent si sensiblement dans les grandes chaleurs?

R. Oui, puisque l'expérience fait voir que le Frottement augmente par la pression,

à

à mesure que les pièces s'échauffent.

*D.* Quelle est la raison de ce phénomène ? *Et raison*

*R.* C'est que les Métaux, ainsi que toutes les autres matières, augmentent en volume par le chaud, comme ils diminuent de grandeur par le froid ; la même cause dilatant les platines, rend les trous plus étroits & grossit les pivots, de manière que par ce double effet, le Frottement augmente par pression, & le mouvement en est d'autant plus gêné.

*D.* Pourquoi les Machines qui font leur effet en petit, ne le font-elles pas toujours quand on vient à les exécuter en grand, quoiqu'on y garde les mêmes proportions ?

*R.* Cela vient pour l'ordinaire de ce que les Frottemens ne suivent point dans leur accroissement, la proportion des surfaces seulement, mais plutôt celles des pressions qui augmentent assez souvent, comme le poids & la solidité des pièces.

*D.* De quelle manière change-t-on ou diminue-t-on la résistance des Frottemens ?

*R.* En enduisant les surfaces de quelque fluide ou de quelque matière grasse. C'est ainsi qu'on graisse les moyeux des roues dedans, & qu'on met de l'huile aux charnières pour en faciliter le jeu. On remplit par-là les inégalités les plus grossières des surfaces, qui deviennent en même tems plus lisses & plus propres à glisser l'une sur l'autre. D'ailleurs les parties de ces fluides ou de ces corps gras interposés, changent l'espèce du Frottement : ce sont autant de petits globules qui roulent entre les surfaces, qui leur servent de véhicule commun, & qui font en petit ce que nous voyons d'une manière plus sensible, quand on

on met des rouleaux sous une pierre, ou sous une poutre, pour en faciliter le transport.

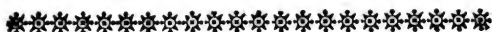
Occasions  
où l'on  
peut met-  
tre les  
Frotte-  
mens à  
profit.

D. N'y a-t-il pas des occasions où l'on peut mettre les Frottemens à profit?

R. Ils sont souvent très utiles. Les Arts ont su tourner à leur avantage, jusqu'aux choses mêmes qui semblent opposées à leur progrès. Dans les Vis le Frottement est très sensible, & même de très grand usage, dit 's Gravesande (a), puisqu'il fait que la Machine, quand l'action de la Puissance vient à cesser, reste dans la situation où on l'a mise, malgré l'action des corps comprimés, ou la Pésanteur des poids qu'on élève. Une Lime n'est autre chose qu'une surface hérissée de pointes & de tranchans; son Frottement sur les matières les plus dures, est un moyen très commode de les figurer à son gré par une diminution de volume bien ménagée; aussi cet outil est-il en usage dans un grand nombre de métiers. L'Ouvrier intelligent qui l'emploie, tire du même moyen différens avantages suivant les modifications qu'il y met. Les Meules & autres Pierres à aiguiser, ne diffèrent des Limes, quant à l'effet du Frottement, que par une plus grande dureté. Les Compas, & généralement tous les instrumens à charnières, qui doivent rester ouverts ou fermés à différens degrés, tiennent pour l'ordinaire cette propriété d'un Frottement bien égal.

(a) Dans ses *Elémens de Physique*, Tome I. page 63.





## CHAPITRE XXIII.

### *De la Balance ordinaire , & du Peson ou Balance Romaine.*

**D.** Donnez-moi , je vous prie , la description des Machines qu'il est le plus utile de connoître , & qui sont les moins composées.

**R.** Je commencerai par la Balance ordinaire ou commune , qui , après le Levier , dont je parlerai dans le Chapitre suivant , est l'une des Machines les moins composées.

**D.** Qu'est-ce qu'une Balance ?

**R.** C'est un Instrument très connu , à l'aide duquel on détermine les Poids , ou ce qui revient au même , par le moyen duquel on compare les quantités de matière qu'il y a en différens corps.

**D.** Quel est l'usage de la Balance ordinaire , & de quelles parties est-elle composée ?

**R.** Elle sert à mettre en équilibre deux quantités égales de matière , desorte que si l'on connoit le poids de l'une , on fait par ce moyen combien pèse l'autre. Elle est composée d'un Fleau AB , dont la longueur est partagée par un Axe en deux parties égales , qui sont ses deux Bras ; de deux Bassins ou Plateaux D , E , où l'on met les poids , & qui sont suspendus aux deux extrémités des Bras du Fleau ; d'une Lan-

Ce que

à c'est qu'un

ne Balance.

ce qui revient au même , par le moyen

duquel on compare les quantités de matière

qu'il y a en différens corps.

Usage de la

Balance

ordinaire

ou com-

mune.

Planche II.

Fig. 8.

Planche II. guette ou Aiguille CK, & d'une Chasse HI,  
Fig 8. qui sert d'appui à l'Axe où est le centre de mouvement.

Comment elle doit être construite, D. De quelle manière doit-on construire cette Balance, pour qu'elle soit juste & exacte ?

R. Divisez le Fleau AB en deux parties au point C, pour en faire deux Bras AC & CB. Placez à l'extrémité de ces Bras deux Bassins de même pesanteur D, E. Placez perpendiculairement au point C l'Aiguille CK, de façon que le Fleau AB puisse se mouvoir facilement dans la Chasse. Si après avoir suspendu la Balance, l'Aiguille ne sort point de la Chasse HI, il est manifeste que les corps placés dans les Bassins sont d'une égale pesanteur. Voici comme on le démontre.

Suspendez une Balance au point I, l'Anse HI sera perpendiculaire à la ligne horizontale; par conséquent lorsque l'Aiguille CK est cachée dans l'Anse, comme elle est perpendiculaire au Fleau AB, celui-ci sera parallèle à l'horizon. Mais comme les lignes de direction des poids D & E font des angles droits avec les Bras AC, & CB, leurs distances sont égales à ces Bras. Or AC & CB étant égaux, les poids suspendus de part & d'autre aux points D & E doivent aussi être égaux. C'est pourquoi si les Bras AC & CB ne sont pas aussi longs l'un que l'autre, la Balance est trompeuse.

Manière d'éprouver si une Balance est juste, D. Comment éprouve-t-on si une Balance est juste ou non ?

R. Mettez le Bassin D à la place du Bassin E, & E en D, ou changez les poids des Bassins; si vous trouvez encore l'équilibre,

libre, la Balance est juste; s'il n'y a plus d'équilibre, la Balance est trompeuse. En voici la démonstration.

Si la Balance est trompeuse, les Bras ne sont point également longs, & par conséquent le Bassin suspendu à celui qui a plus de longueur, doit être plus léger que l'autre; c'est-pourquoi si vous changez les Bassins de Bras, & que vous mettiez le plus léger au Bras le plus court, il n'y aura plus d'équilibre.

Il est facile de voir que cette Balance ordinaire ou commune n'est autre chose qu'un Levier partagé en deux Bras égaux par son appui, & chargé des efforts d'une Puissance & d'une Résistance, dont les directions sont parallèles entre elles; & perpendiculaires à sa longueur, lorsqu'il est horizontal, ou faisant avec elle des angles égaux de part & d'autre, lorsqu'elle est inclinée.

D. Qu'est-ce que la Balance qu'on nomme la Romaine, le Peson, & en Latin *Statéra*?

La Balance Romaine, ou le Peson.

R. C'est encore une espèce de Levier partagé en deux Bras inégaux, & qui diffère de la Balance ordinaire, en ce qu'il met en équilibre deux Puissances fort inégales entre elles.

D. Quelle est la manière de bien construire la Balance Romaine?

Manière de la construire. Planche II. Fig. 9.

R. Divisez la Verge MN en autant de parties égales que vous voudrez. Mettez à l'extrémité de la première division O, une Languette ou lame de fer OP perpendiculaire à la Verge, comme dans la Balance ordinaire. Chargez le Bras le plus court OM, jusqu'à ce qu'il soit en équilibre avec le

**Planche II.** le plus long ON. Suspendez au Bras qui a le plus de longueur, le poids R, qui puisse glisser le long de la Verge, comme vous voudrez. Cela fait; vous aurez une Balance Romaine telle qu'elle doit être; & en voici la preuve.

**Fig. 9.**

Les deux Bras MO, & NO, étant en équilibre, c'est comme s'ils n'avoient aucune gravité; par conséquent le poids R placé au point 1, sera en équilibre avec une livre; placé sur 2, il en contrebalerà deux; au point 3, il en contrebalerà trois, & ainsi des autres. On peut donc par le moyen d'un seul poids peser les corps de différente gravité.

Pour agir avec plus de sûreté, il faut déterminer par expérience dans le Bras le plus long les points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, &c. on peut alors se passer de mettre en équilibre les deux Bras, sur-tout quand il s'agit de peser des masses considérables comme un chariot chargé de foin; car plus le bras le plus long surpasse le petit en pesanteur, moins il en faudra dans le poids que l'on fait glisser sur la verge pour peser les plus grandes masses.

**Avantages  
de la Ba-  
lance Ro-  
maine.**

**D.** Quels sont les avantages de la Balance Romaine?

**R.** Cet Instrument est d'un usage com- mode, en ce que n'ayant besoin que d'un seul poids, qui n'est pas considérable, il est très portatif en petit; &, quand on l'emploie en grand sur des masses qui sont très pesantes, & qu'on ne peut pas diviser, on est dispensé d'avoir un grand nombre de poids difficiles à rassembler, & le Point fixe en est beaucoup moins chargé.

**D.** Cette

D. Cette Balance n'est-elle pas sujette à ses inconvénients?

R. Elle est plus difficile à ajuster, & même plus propre à la fraude que la Balance ordinaire à Bras égaux. Le grand nombre de divisions qu'il faut marquer le long de la Branche du Peson, & la grande proximité de ces marques, peuvent donner lieu à bien des fautes, & troubler la justesse de la mécanique. Les points, qui servent à marquer les divisions, ont une certaine largeur pour être sensibles. Le Vendeur par fraude ou par méprise peut arrêter le Curseur ou l'Anneau du poids mobile, non sur le juste milieu des points, mais en-deça ou au-delà, & la faute réitérée plusieurs fois peut mettre du mécompte, soit dans ce qu'on livre, soit dans ce qu'on achette. D'ailleurs cet Instrument ne peut pas servir à peser exactement de petites quantités, parce qu'il n'est point assez mobile, ce qui vient principalement de ce qu'un de ses Bras est fort court.



## CHAPITRE XXIV.

### *Du Lévier.*

D. Comment nommez-vous la plus simple de toutes les Machines, & qu'est-ce que c'est que cette Machine?

R. On la nomme le Lévier, lequel tire son nom de sa fonction, parce qu'il sert à lever. On définit le Lévier, une Ligne droite,

**Planche II.** droite, roide, propre à soutenir ou à élever des poids, qui n'ait aucune pesanteur, ou une pesanteur uniforme, comme *ab*.

**Fig. 10.** *D.* Combien y a-t-il de choses à considérer dans le Lévier?

Ce qu'il faut y considérer.

*R.* Il y en a trois, 1. le Poids à soutenir ou à élever *B*; 2. la Puissance qui le soutient ou qui l'élève, laquelle est désignée ici par le Poids *A*, & est ordinairement l'action d'un Homme; 3. l'Appui *c* qui soutient le Lévier, & qui en le soutenant reste immobile.

Trois espèces de Lévièrs.

*D.* Y a-t-il plusieurs sortes de Lévièrs?

*R.* On distingue ordinairement trois espèces de Lévièrs par les différentes positions qu'on peut donner à la Puissance, au Poids ou à la Résistance, & au Point d'appui ou Centre de mouvement.

Les Lévièrs de la première espèce sont ceux dont le Point d'appui est entre la Puissance & le Poids ou la Résistance. Ceux de la seconde espèce ont le Poids entre la Puissance & le Point d'appui. Dans ceux de la troisième espèce la Puissance est entre le Point d'appui & le Poids.

Exemples qui en donnent une idée.

Le Pied de Chèvre des Charpentiers & des Maçons est un Lévier de la première espèce. Ce Lévier n'est autre chose qu'une barre de fer arrondie dans presque toute sa longueur, un peu coudée & aplatie par un bout. Comme cet Instrument s'emploie pour l'ordinaire à soulever de pesans fardeaux, l'endroit du coude qui sert de Point d'appui, ou qui reçoit l'effort de la Résistance, est toujours fort loin du bout que l'on tient à la main: ainsi la Puissance, toujours beaucoup plus éloignée du Point d'appui que la Résistance, a sur elle un avan-

avantage considérable par cette position. La Bascule est aussi un Levier de cette espèce.

Les Rames des Bateliers sont des Leviers de la seconde espèce, dont on appuie un bout contre l'eau, pendant que la Puissance appliquée à l'autre bout porte son effort à l'endroit du Bateau où la Rame est attachée: cet endroit partage la longueur de la Rame en deux parties, dont l'une frappe l'eau, pendant que l'autre est mise en mouvement par les bras du Batelier.

Le Couteau du Boulanger est encore un Levier de la seconde espèce, lorsqu'arrêté par un bout sur une table, & tournant autour d'un Point fixe, il est porté par la main qui tient le manche contre un pain qu'il entame.

Les Ciseaux, les Pincés, les Pincettes, les Tenailles, ne sont encore que des Leviers assemblés par paires: l'effort de la main ou des doigts qui menent les deux branches, doit être considéré comme la Puissance; le Clou, ou ce qui en tient lieu, est un Point fixe commun aux deux; & ce que l'on coupe, ou ce que l'on serre, devient la Résistance.

Les Bras, les Doigts, les Jambes des Animaux sont aussi des Leviers ou des assemblages de Leviers, par lesquels la force des Muscles est employée de la manière la plus avantageuse, soit pour transporter le corps, soit pour aprocher de lui tout ce qui lui est nécessaire ou utile, soit pour en écarter tout ce qui lui seroit nuisible.

D. Quel est l'avantage du Levier?

R. Par le moyen d'un Levier assez long, une très petite force peut faire équilibre,

Avantage  
du Levier.

libre , ou vaincre une autre force infiniment plus grande. Archimède avoit donc raison de dire qu'il enleveroit la Terre entière, s'il avoit un Point fixe qui en fût séparé; car en établissant sur cet Appui un Lévier, dont le Bras du côté de la Puissance surpassât en longueur celui auquel il auroit attaché le Globe terrestre, autant ou plus que le poids de ce Globe ne l'emporte sur la force d'un Homme, il est évident par les principes que nous allons établir, qu'il eût acquitté sa promesse, mais seulement par une démonstration, puisque & le Lévier & le Point fixe nécessaires pour cette opération, ne sont que des êtres de raison.

Règles **D.** Quelles sont les règles sur lesquelles  
concernant est fondé ce qui vient d'être dit du Lé-  
le Lévier. vier?

R. En voici quelques-unes qui sont de grand usage.

1. Lorsqu'un Poids agit comme Puissance ou comme Résistance, par un Lévier placé horizontalement, il a d'autant plus de force qu'il est plus éloigné du Point d'appui.

2. Deux masses égales opposées l'une à l'autre sur un semblable Lévier, ne peuvent être en équilibre, que quand elles sont à égales distances du Point d'appui, & qu'elles agissent en sens contraires.

3. Deux Poids inégaux y exercent l'un contre l'autre des forces égales, quand leurs distances au Point d'appui sont réciproquement comme les masses.

4. Lorsque les directions de la Puissance & de la Résistance, au lieu d'être verticales, sont obliques à la longueur du Lévier,



vier, il peut arriver qu'elles le soient toutes deux également: il peut se faire aussi que ces directions reçoivent différens degrés d'obliquité, & que l'une ou l'autre soit plus ou moins inclinée au Levier. Dans ces cas différens voici ce qu'il y a à observer.

5. L'effort d'une Puissance est le plus grand qu'il puisse être, lorsque sa direction est perpendiculaire au Bras du Levier, par l'extrémité duquel elle agit. Ainsi le Poids *B* ne suffiroit plus pour soutenir celui qui est en *A*, si, au-lieu de peser dans la direction *bB*, il faisoit son effort obliquement, comme *bD*, ou *bE*. Planche II.  
Fig. 10.

6. Deux Forces, qui agissent l'une contre l'autre, par les deux Bras d'un même Levier, gardent entre elles le même rapport, si leurs directions, de perpendiculaires qu'elles sont, deviennent également obliques au Levier: c'est-à-dire, que si les Poids *P*, *R*, sont en équilibre, cet état subsistera entre eux, si leurs directions s'inclinant au Levier demeurent parallèles l'une à l'autre, comme *ap*, *br*. Fig. 11.

7. Si ces directions reçoivent différens degrés d'obliquité, de sorte que l'une des deux fasse avec le Bras du Levier un angle plus ou moins grand que l'autre, celle des deux qui s'écartera davantage de l'angle droit, toutes choses égales d'ailleurs, rendra la Puissance plus foible. Une Force qui ne seroit donc que suffisante pour soutenir la masse *Q*, en agissant selon la direction *Pp*, ne le seroit plus si elle sortoit de cette ligne; & elle le seroit d'autant moins, qu'elle s'éloigneroit davantage, en se plaçant aux points *c*, *d*, *e*, *f*. Fig. 12.

Tome I.

M

D.

**Le Point d'appui du Levier.** D. Comment doit-on considérer le Point d'appui qui soutient le Levier?

R. On doit le considérer comme une troisième Puissance, qui fait équilibre à la Force motrice ou à la Résistance, ou qui concourt avec l'une des deux pour porter l'effort de l'autre. Dans les Leviers de la première espèce, le Point d'appui soutient l'effort des deux Forces qui sont opposées de part & d'autre : dans ceux de la seconde & de la troisième espèces, il ne porte qu'une partie de l'une des deux.

Comme le Point d'appui n'est pas toujours fixe & inébranlable, & que souvent ce sont ou des corps animés ou d'autres corps flexibles qui peuvent s'écraser ; il est important de savoir de combien est chargé le Point d'appui, ou ce qui en fait l'office, lorsque deux autres Forces agissent l'une contre l'autre sur le même Levier, afin de le pouvoir mettre en proportion avec l'effort qu'il doit soutenir. Voici ce qu'il y a sur cela à observer.

L'effort qui vient de la masse, & qu'on peut nommer absolu, est limité : une livre, ou l'action d'une Puissance équivalente à une livre, lorsqu'elle pèse sur le Bras d'un Levier, dans la direction la plus avantageuse, ne peut que faire équilibre à un pareil Poids qui lui est opposé avec les mêmes circonstances. Mais l'effort qui vient de la distance au Point d'appui, peut croître à l'infini ; de sorte que si l'un des deux Bras étoit 100 fois aussi long que l'autre, une livre deviendrait équivalente à 100.

**Questions touchant la charge** Quelle sera donc la charge sur le Point d'appui, premièrement s'il y a équilibre avec égalité de masse ; secondement si les masses

masses ou les Forces sont en équilibre par du Point l'inégalité de leurs distances au Point d'appui.

On répond à la première question, en disant que si les directions de la Puissance & de la Résistance sont parallèles entre elles, le Point d'appui se trouve chargé de la somme des deux Forces absolues, & son effort se fait dans une direction parallèle à celles de la Puissance & de la Résistance. Mais si les directions des deux Forces opposées sont inclinées l'une à l'autre, le Point d'appui ne porte qu'une partie de leur effort absolu; il en porte d'autant moins qu'elles sont plus inclinées au Levier, & la Résistance tend au point de concours de ces deux directions.

Quant à la seconde question, savoir quel est l'effort qui se fait sur le Point d'appui, lorsque la Puissance & la Résistance se mettent en équilibre par des distances inégales entre elles & le Point d'appui, on répond que cet effort n'est jamais plus grand que la somme des Forces absolues ou des Masses qui sont opposées, c'est-à-dire, que si de poids d'une livre en soutient un de 12, parce qu'il agit par un Bras de Levier qui est douze fois plus long que celui de l'autre part, le Point d'appui ne peut jamais être chargé que de 13 livres, & non pas de 24; & son effort se dirige parallèlement aux directions des Forces qu'il soutient, si ces directions sont parallèles entre elles, ou bien directement au point de leur concours, si elles sont inclinées l'une à l'autre.

Dès que l'on sait combien il se fait d'effort sur un Appui, on peut prévenir les accidens qui pourroient naître des dispro-

portions, ou mettre à profit des Forces qu'on regarderoit comme insuffisantes, si l'on ne savoit pas les appliquer avec tout l'avantage qu'elles peuvent avoir.

Placez, par exemple, une charge de 200 livres au milieu d'un Lévier dont les extrémités reposent sur les épaules de deux Hommes, ces deux Appuis suffiront au fardeau, si chacun des Porteurs est capable de soutenir 100 livres. Mais si l'un des deux n'en peut porter que 50, quand même l'autre pourroit suffire à un effort de 150 livres, le plus foible ne succombera pas moins, tant que le fardeau sera à égales distances entre son Collègue & lui; & tous deux deviendront inutiles pour l'ouvrage qu'on en attendoit. Mais que l'on place la charge plus loin du Porteur le plus foible; & que les Bras du Lévier devenus inégaux soient en raison réciproque des efforts dont les deux Hommes sont capables, alors le fardeau sera soutenu, comme il auroit pu l'être d'abord, par deux autres Hommes qui auroient pu suffire chacun à un effort de 100 livres.

Autre exemple. Qu'un Charpentier porte une Solive, c'est toujours à peu-près par le milieu de la longueur qu'il la pose sur son épaule: en la plaçant ainsi, il ne porte que le poids de la pièce de bois, parce que les deux bouts qui passent de part & d'autre se font équilibre réciproquement; & le point d'Appui n'est chargé que de la somme totale des deux masses. Mais s'il la posoit aux deux tiers, ou aux trois quarts de sa longueur, il seroit obligé, pour l'empêcher de tomber, de la retenir avec ses bras par le bout le plus court; & cet effort

fort feroit équivalent à un poids qui feroit équilibre avec l'excès de longueur que la Solive auroit du côté opposé : l'épaule du Porteur feroit donc inutilement chargée de cette quantité de plus.

Outre les deux grandes questions que nous venons d'examiner, en voici quelques autres qui ont raport à la même matière, & qui méritent aussi d'être éclaircies.

D. Pourquoi un homme qui tire un Ba-Pourquoi teau, ou quelque fardeau attaché au bout on se penche en tirant un d'une corde, se penche-t-il en avant ? fardeau attaché à une corde.

R. C'est qu'il joint à l'action des mus-fardeau attaché à une corde.

D. Pourquoi repand-t-on de la cendre Pourquoi on repand de la cendre sur le ou du fumier sur les endroits fréquentés qui on repand de la cendre sur le font couverts de verglas ? verglas.

R. C'est qu'en marchant sur un terrain glissant on manque de Point d'appui. C'est par la même raison que dans les grands hivers on met des pointes aux fers des Chevaux.

D. Qu'est-ce qui fatigue si fort les Che-Raison de vaux lorsqu'ils tirent une voiture en mon-la fatigue des Che-tant ? vaux qui tirent une

R. C'est, outre le poids de la charge qui est alors moins soutenu par le terrain, l'inclinaison de ce terrain, qui leur présente le Point montant. d'appui dans une direction fort oblique à celle de leur effort ; car leurs jambes, en se roidissant contre le terrain, s'inclinent dans le même sens que lui, & plus elles approchent du parallélisme, moins les pieds sont appuyés.



## C H A P I T R E XXV.

*Du Centre de Gravité ou de Pésanteur,  
& de l'Equilibre.*

Ce que  
c'est que le  
Centre de  
Gravité  
dans un  
Corps.

Remar-  
que sur ce  
Centre.

D. QU'est-ce que le Centre de Gravité dans un Corps ?

R. C'est le Point autour duquel toutes les parties de ce Corps sont en équilibre entre elles, dans quelque situation qu'on les mette.

Quand le Centre de Gravité est soutenu, le Corps peut rester en repos, à cause que les parties opposées se trouvent en équilibre. Quand rien ne soutient le centre de Gravité, le Corps se meut jusqu'à ce que ce Centre soit soutenu; car ce n'est qu'autour de ce Point que les parties opposées sont en équilibre.

Ce Point ne se trouve justement au milieu que dans les Corps parfaitement homogènes, & qui ont une figure régulière. Dans une Boule bien ronde, par exemple, & d'une densité bien uniforme, tous les rayons, ou demi-diamètres, sont égaux & de même poids; égaux, à cause de la figure parfaitement sphérique; de même poids, à cause de l'homogénéité des parties: tout est donc en équilibre autour d'un Point qui est en même tems Centre de Gravité & de figure. Mais il n'en est pas de même d'une Fleche, dont le bout est ferré, ou d'une Plume à écrire: si l'on partage sa longueur

gueur en deux parties égales, l'une se trouvera plus pesante que l'autre, & la section n'aura point passé par le Centre de sa pesanteur, quoiqu'elle se soit faite à celui de sa figure.

Quand plusieurs masses pesent sur une même corde par des fils qui les y attachent, on peut regarder le nœud commun de ces fils comme le Centre des Pesanteurs particulières. A, B, étant donc les Centres de Planche II. Gravité des deux Corps suspendus, leurs Fig. 13. actions se réunissent en C, ou dans tout autre point que l'on voudra choisir de la ligne CD, pourvu que le Poids A soit égal au Poids B; car si l'une des deux Boules étoit de bois, & l'autre de pierre, le Centre de la plus pesante s'approcheroit davantage de la ligne CD, & la ligne *ab* seroit partagée par la direction CD en deux parties inégales, dont la plus longue seroit à la plus courte, comme le plus grand Poids au plus petit. Quel que puisse être le nombre de ces Corps pesans, si l'on connoît le Centre de Gravité de chacun d'eux, on détermine facilement l'endroit où se réunissent leurs forces, parce que les distances sont connues.

Le point dans un Corps quelconque, ou dans une Machine, qui soutient le Centre de Gravité d'un Corps, soutient tout le Poids de ce Corps; & toute la force avec laquelle le Corps dont il s'agit, tend vers la Terre, est comme réunie en ce Centre.

La Pesanteur a une intensité différente, lorsque les Corps sont plus ou moins éloignés du Centre de la Terre où ils tendent; mais cette différence n'est jamais sensible dans l'étendue que peut avoir une Machine.

Ainsi un Seau plein d'eau qui pèse cent livres sur la poulie d'un puits lorsqu'il est en haut, est censé peser autant lorsqu'il est cinquante pieds plus bas, abstraction faite du poids de la corde.

Les directions de deux Poids distans l'un de l'autre doivent aussi être regardées comme parallèles, quoiqu'à la rigueur elles soient un peu inclinées entre elles, puisque tous les Corps graves tendent à un même point, qui est le Centre de la Terre; mais nous sommes trop éloignés de ce Centre, pour avoir à craindre aucun mécompte, en négligeant cette inclinaison (a).

Pourquoi  
des Edifi-  
ces qui ont  
perdu leur  
à-plomb ne  
laissent pas  
que de se  
soutenir.

D. Pourquoi certains Edifices qui ont perdu leur à-plomb, ne laissent-ils pas que de se soutenir?

R. C'est que leur Centre de gravité reste appuyé.

D. Pourquoi un Danseur de corde gesticule-t-il presque toujours des bras?

R. C'est que comme il marche sur un Plan mobile, qui s'incline continuellement, lorsqu'il s'aperçoit que le Centre de sa pesanteur n'est pas soutenu, il le rappelle dans la ligne de direction, en allongeant le bras du côté opposé, comme un Levier dont le Poids est d'autant plus puissant, que ses parties sont plus loin du Centre de leur mouvement.

D. Pourquoi les personnes qui ont un gros ventre, se penchent-elles en arrière?

R. C'est que sans cette attitude, le Centre

(a) On trouvera d'autres éclaircissemens sur cette matière dans les *Elémens de Physique de Gravesande*, Tom. I. pag. 42 & 45.





Fig. 21



Fig. 8



Fig. 11.

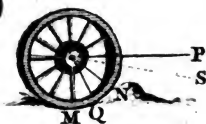


Fig.



Fig. 12.

Fig.

Fig. 20.



Fig. 21.

Fig.

tre de pésanteur trop peu soutenu, les met-  
troit en danger de tomber sur la face.

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE XXVI.

### *Des Poulies, & des Moufles ou Poulies mouflées.*

D. QUest-ce que la Poulie?

R. C'est une espèce de Roue } ou c'est que la  
Corps rond, ordinairement plat, soit de Poulie.  
bois, soit de métal, mobile sur son Centre III.  
C, souvent canelé ou un peu creusé en Fig. 1.  
Gorge dans tout son contour, pour mieux  
recevoir & arrêter, à l'aide de cette cavité,  
une Corde ou une Chaîne, à laquelle on  
applique d'une part la Puissance E, F, ou  
G, & de l'autre le Poids ou la Résistance  
R. La Roue ou le Corps de la Poulie se  
meut pour l'ordinaire dans une sorte d'Anse  
ou d'Attache, qu'on nomme Chappe CD,  
qui soutient l'Axe.

On appelle Boulon ou Goujon, une Che-Boulon ou  
ville qui traverse le rond, & autour de la-Goujon.  
quelle autant il s'élève de points d'un côté,  
autant s'en abaisse-t-il de l'autre.

Comme il faut ou que la Corde mène  
la Poulie, ou que la Poulie mène la Corde,  
quand on a lieu de craindre que la Corde  
ne glisse sur la Poulie, on creuse la Gorge  
en forme d'angle, ou bien on la garnit de  
pointes, Fig. 2.

D. Comment la Poulie peut-elle être  
employée.

Fig. 2.  
Deux for-  
tes de Pou-

M 5

R. De

lies; la fixe & la mobile.

R. De deux façons. Elle est fixe ou mobile. On l'appelle Poulie fixe, lorsqu'elle roule sur son Goujon, quand la Chappe en est arrêtée ou dormante. On la nomme Poulie mobile, quand la Chappe n'en est pas attachée à un point fixe, & qu'elle suit la direction du Poids qui y est suspendu.

La Poulie fixe.

La Poulie fixe est une vraie Balance, parce qu'on peut y concevoir chaque point de la Roue comme l'extrémité d'une ligne ou d'un rayon terminé au Goujon, & en correspondance avec une pareille ligne d'autre part. Ces deux lignes ou rayons font ensemble deux Bras, ou l'équivalent d'un Fleau de Balance. Or le Fleau d'une Balance doit être pris horizontalement pour asseoir un juste jugement sur le rapport des Poids.

La Poulie mobile.

La Poulie mobile est un vrai Lévier. La raison en est, que dans tous les points qui composent la Roue de cette Poulie, on n'a égard qu'aux deux extrémités de la ligne qui traverse la Roue & le Goujon; parce que ce sont proprement ceux-là qui reçoivent la pression des Puissances, qu'on peut considérer comme prolongées par le moyen des Cordes, & immédiatement appliquées aux deux bouts de la ligne qui coupe le point de suspension.

Manière dont la Poulie peut être employée.

La Poulie peut être employée comme un Lévier de la première espèce, dont les Bras sont égaux, & sur lequel deux Puissances, dont les forces absolues sont égales, demeurent toujours en équilibre, quelques directions qu'elles prennent. Les Puissances qu'on y applique, agissent d'autant plus fortement, que leur distance à l'Axe est plus

plus grande. L'Axe est chargé de la somme totale de la Puissance & de la Résistance, & son effort se fait dans une direction parallèle aux leurs, & qui tend à leur point de concours. Quelques expériences éclairciront cette matière.

Soit une Machine, *Fig. 3*, composée de *Planche* deux Piliers *a, b*, élevés & fixés sur une *III.* Tablette *cc* plus longue que large. L'un *Fig. 3.* de ces Piliers, *a*, porte une Poulie à jour, de métal : & l'autre, *b*, un Lévier en équerre dont les Bras sont égaux, & qui tourne très librement sur son clou & dans le même plan que la Poulie. On fait passer d'abord sur la Poulie un Cordon, aux bouts duquel on attache deux Poids égaux *P, R*, qu'on laisse agir dans des directions parallèles & verticales comme *AP*, & *BR*. Ensuite on transporte le Poids *R* au Cordon qui tient au Bras *D* du Lévier angulaire, & l'on place le Cordon de la Poulie, comme *PA*, *FE*. Enfin le Poids *R* étant remis à sa première place, & le Lévier angulaire étant tourné de manière que *D* soit en *d*, & *E* en *e*, on attache le Poids *P* au bout du Cordon *dp*, & le Cordon de la Poulie qui le portoit, au bras *e* du Lévier tournant.

Dans cette expérience les deux Poids *P, R*, sont toujours en équilibre, non seulement quand ils sont tous deux dans des directions parallèles & verticales, mais encore lorsque l'un des deux agit horizontalement sur la Poulie. La Poulie *AFB* peut être regardée comme un assemblage de Léviérs de la première espèce, dont les Bras sont égaux, & qui ont un Point d'appui commun au Centre où est l'Axe. Lorsque le Cordon est vertical de part & d'autre, s'il

Planche  
III.  
Fig. 3.

ne peut pas glisser sur la Poulie, il doit avoir le même effet que s'il étoit de deux pièces, dont une fût attachée en A & l'autre en B. Il y a donc équilibre entre les deux Poids P, R, parce qu'ils agissent à des distances égales du Point d'appui, & que chacun d'eux fait son effort dans une direction perpendiculaire au Bras A ou B. Tout le reste s'explique facilement & n'a pas besoin d'être démontré.

Fig. 4.

Supposons une Poulie composée de plusieurs plans circulaires, qui laissent entre eux des épaisseurs, & dont les circonférences soient creusées en gorge. Les diamètres & par conséquent les rayons de ces cercles sont entre eux comme les nombres 1, 2, 3. Sur la plus petite des trois circonférences on a placé une Corde, à laquelle sont suspendus deux Poids de six onces chacun, & l'on a fixé en a & en b deux autres Cordes qui embrassent les deux autres circonférences, & qui pendent perpendiculairement aux points 2 & 3. Quand les deux Poids sont en H & en I, il y a équilibre entre six onces d'une part, & six autres de l'autre. Si l'on ôte celui qui est en H, un autre Poids de trois onces fait la même chose en K; &, quand celui-ci est ôté, deux onces placées en L soutiennent le Poids de six onces en I; en voici la preuve.

Le rayon C 1 étant égal à Cd, il y a équilibre entre deux Poids égaux, parce que leurs efforts se font à égales distances du Point d'appui. Mais C2 étant double de Cd, l'équilibre doit naître entre deux masses qui sont en raison réciproque de ces deux longueurs: ainsi trois onces en sou-  
tien-

tiennent fix; &, par la même raison, deux onces suffisent à une distance qui égale trois fois  $Cd$ . Planche III. Fig. 4.

La Poulie simple peut aussi être considérée comme un Levier de la seconde espèce; elle en a effectivement les propriétés, lorsque le Poids ou la Résistance  $R$  étant attachée à la Chappe, un des bouts de la Corde tient à un point fixe  $a$ , ou  $g$ , pendant que l'autre est tiré ou soutenu par la Puissance  $P$ , ou  $d$ . Et alors, ou les directions de la Puissance & de la Résistance sont parallèles entre elles, comme  $cI$ ,  $dE$ ; ou elles sont inclinées l'une à l'autre, comme  $Pk$ ,  $ck$ . Dans le premier cas, la Puissance ne porte que la moitié du Poids de la Résistance; dans le second, l'effort de la Puissance diminue, & le Point d'appui se dirige au point de concours des directions de la Puissance & de la Résistance, c'est-à-dire, en  $k$ . Fig. 5.

Soient deux petites Broches longues de trois pouces,  $A$ ,  $B$ , qui glissent dans deux rainures à jour, pratiquées aux deux Bras du Support  $G$ . La première sert de point fixe à un Cordon qui embrasse une Poulie  $C$  chargée d'un Poids  $D$ , & dont l'autre bout s'attache au Bras d'une Balance dont on a ôté un Bassin, & que l'on a mise en équilibre avec elle-même par le moyen d'un petit Poids attaché en  $H$ . Cette Balance est suspendue à l'autre Broche  $B$ . On met d'abord les deux petites Broches à telle distance l'une de l'autre, que les deux bouts de la Corde venant de la Poulie soient parallèles entre eux. Ensuite en écartant les deux Broches, on fait prendre aux deux bouts de la Corde des directions inclinées Fig. 6.

Planche  
III.  
Fig 6.

en sens contraires ; & dans l'un & dans l'autre cas on charge le Bassin de la Balance autant qu'il le faut pour tenir le Fleau dans une situation horizontale.

- Il est manifeste que la Poulie & son Poids D pesant ensemble huit onces, il n'en faut que quatre dans le Bassin de la Balance pour faire équilibre, lorsque les deux bouts de la Corde sont parallèles entre eux & dans une direction verticale; mais lorsqu'ils sont inclinés, comme  $Pl, gm$ , de la Figure précédente, il faut charger davantage le Bassin de la Balance pour la tenir en équilibre. En considérant le Bras H de la Balance comme la Puissance qui soutient la Poulie & sa charge, après que l'autre bout de la Corde est fixé en A, le Poids qu'on met dans le Bassin exprime l'effort qui se fait sur la Puissance, lorsque tout est en équilibre.
- Fig. 5.
- Fig. 6.

Les résultats font voir la vérité de ce qu'on a avancé ci-dessus, savoir :

1. Que les directions des forces opposées étant parallèles, la Puissance ne soutient que la moitié de l'effort de la Résistance; car dans le premier cas de l'expérience, où les deux bouts de la Corde sont parallèles entre eux,  $cI$ , direction de la Résistance, est aussi parallèle à  $de$ , qui est celle de la Puissance, & quatre onces dans le Bassin de la Balance en soutiennent huit en D.
- Fig. 5.
- Fig. 6.

2. Que les directions des forces opposées n'étant plus parallèles, la Puissance n'est plus égale à la moitié de l'effort de la Résistance, & que la direction du Point d'appui passe au point de Concours des deux autres directions; car dans le second cas, où la Puissance agit obliquement comme



me  $Pk$ , quatre onces dans le Bassin de la Balance ne suffisent plus pour faire équilibre, & l'angle  $gkc$ , est égal à celui de l'autre part  $Pkc$ . Planche III. Fig. 5.

Lorsque les deux bouts de la Corde sont parallèles comme  $ab$ ,  $de$ , on peut les considérer comme étant attachés aux deux extrémités du diamètre  $be$ : lorsqu'ils sont obliques comme  $Pl$ ,  $gm$ , on peut les concevoir comme tenant aux points de tangence  $l$ ,  $m$ : mais les deux lignes  $eb$ ,  $ml$ , sont deux Léviérs de la seconde espèce, partagés l'un & l'autre en deux Bras égaux par la direction  $cl$  de la Résistance: le Cordon suspendu en  $a$  ou en  $g$ , transportant le point fixe en  $b$  ou en  $m$ , on voit tout d'un coup que la Puissance appliqué en  $e$  ou en  $l$ , agit toujours à une distance  $eb$ , ou  $lm$ , du Point d'appui, double de celle de la Résistance placée en  $c$  ou en  $I$ . Or quatre onces à une distance double du Point d'appui, sont capables d'en soutenir huit, suivant ce qui a été dit touchant le Lévier. Mais quand la Puissance se dirige obliquement, elle ne suffit plus aux mêmes effets qu'auparavant; parce que la direction perpendiculaire au Bras du Lévier est la plus avantageuse de toutes, & que par conséquent toutes les autres le sont moins.

Après ces éclaircissemens, venons à l'application, elle est facile à faire. En effet, puisque quand on a fixé la Corde de la Poulie en  $A$ , il ne faut plus en  $H$  qu'une force de quatre onces pour en soutenir une autre de huit en  $D$ ; & qu'une force de quatre onces est toujours la même, soit qu'elle agisse de haut en bas, soit que son effet se fasse de bas en haut par le moyen d'une

Planche  
III.

Fig. 6.

Fig. 7.

d'une Balance: on peut donc substituer au Fleau H K, une autre Fleau L ou l comme dans la *Figure* 7, qui fera comme lui l'office d'un Lévier de la première espèce, & il n'y aura jamais en M ou en m, qu'un effort de quatre onces à soutenir.

Fig. 8.

Si, pour résister à cet effort de quatre onces, on prolonge la Corde de M en N, & qu'on la fasse passer sous une troisième Poulie (3) N O, celle-ci, semblable à la première (1), deviendra un Lévier de la seconde espèce, où la Puissance O, une fois plus loin du Point d'appui N, que la Résistance qui charge l'Axe, n'aura besoin que d'une force absolue qui soit moitié de la sienne: il ne faudra donc plus qu'un effort de deux onces de bas en haut, &, s'il est plus commode de tirer de haut en bas, une quatrième Poulie (2) donnera, comme la deuxième (4), cette direction. La seconde (2) & la quatrième (4) Poulies, qui servent de renvoi pour changer la direction, peuvent être placées dans une même Chappe; & si cette Chappe est fixée par en-haut, sa partie inférieure pourra servir de point fixe au premier bout de la Corde attachée en F.

Mouffes  
ou Poulies  
mouffées.

On donne le nom de Mouffes, ou de Poulies mouffées à cet assemblage de plusieurs Poulies ainsi placées dans une même Chappe, ou parallèlement entre elles, ou les unes au dessus des autres.

Usage de  
ces Machi-  
nes.

Ces Machines sont fort en usage pour élever de grands fardeaux, & elles sont commodes en ce qu'elles occupent peu de place, & que l'on peut sans embarras augmenter à son gré l'action d'une même Puissance; mais cela ne se fait, comme dans toutes

tes les autres Machines, qu'aux dépens d'une **Planche**  
ne plus grande vitesse dans la Puissance; III.  
car si la Poulie, qui est chargée de la **Fig. 5.**  
Résistance, s'élève jusqu'à la ligne *da*, la  
Puissance qui produit cet effet, parcourt  
deux fois autant de chemin dans le même  
tems, puisque les deux parties *ab*, *de*, de  
la Corde par laquelle elle agit, doivent se  
trouver au-dessus de la ligne *da*, quand le  
centre de la Poulie y sera parvenu. Or ces  
deux longueurs *ab*, *de*, égalent deux fois  
la hauteur *cb*.

Les Mouffles doivent être disposées de fa- **Comment**  
çon que les directions des Cordes se trou- **elles doi-**  
vent parallèles le plus qu'il est possible. Si **vent être**  
elles s'écartent du parallélisme en concou- **disposées.**  
rant, le secours que la Puissance recevrait  
de ces Machines seroit un peu moindre,  
parce qu'en ce cas l'effort de la Puissance  
se partageroit, en tirant le Poids en partie  
vers le haut, & en l'amenant en partie du  
côté vers lequel elle incline.

Pour rendre la multiplication des Pou- **Manière**  
lies plus profitable, il faut joindre les Pou- **de rendre**  
lies fixes aux Poulies mobiles. L'assembla- **la multi-**  
ge des Poulies mobiles se nomme Moufle **plication**  
mobile; celui des Poulies fixe se nomme **des Poulies**  
Moufle fixe. Les Poulies fixes sont toutes **plus profi-**  
enfermées dans une même Chappe, & les **table.**  
Poulies mobiles sont toutes enfermées dans  
une autre Chappe.





## C H A P I T R E XXVII.

*Des Roues.*

Ce que  
c'est qu'u-  
ne Roue.  
Planche  
III.  
Fig. 9.

**D.** Q U'est-ce qu'une Roue ?

**R.** C'est un Corps rond, ordinairement plat, mobile sur son centre, dont la circonférence reçoit le mouvement qu'on lui communique, ou transmet celui qu'elle a reçu, par son frottement, ou par des Dents, Chevilles ou Vannes, qu'on y reserve ou qu'on y ajoute.

**Comment les Roues se meuvent.** **D.** De quelle manière se meuvent les Roues ?

**R.** Les unes tournent toujours dans le même lieu, avec un Axe qui est attaché à leur centre, & dont les Pivots tournent dans des trous qui servent d'appui, comme on le voit dans les Horloges, les Tournebroches, les Moulins, &c. Les autres Roues, telles que sont celles des Voitures, roulant sur leur circonférence, portent leur centre & l'Axe qui le traverse, dans une direction parallèle au plan ou au terrain qu'elles parcourent. Elles ont deux sortes de mouvement, puisque leur centre s'avance en ligne droite, pendant que les autres parties tournent autour de lui.

**Roues qui n'ont qu'une sorte de mouvement.**

**D.** Comment doit-on considérer les premières de ces Roues, celles qui n'ont qu'une sorte de mouvement, & dont les Axes ne font que tourner ?

**R.** Ce sont des Leviers de la première espèce.

espèce qui servent, de même que la Poulie, à changer la direction du mouvement, à le transmettre au loin, à égaliser des Puissances fort différentes l'une de l'autre, à augmenter la vitesse dans l'une des deux.

Les deux Dents A, B, peuvent être prises pour les extrémités d'un Levier partagé en deux Bras égaux par le point fixe ou centre de mouvement C; &, si l'on place sur le même Axe une autre Roue une fois plus petite, celle des deux Puissances qui agit par la Dent a, étant une fois plus près du centre que l'autre, devient par cette raison une fois plus foible. On a le même effet, lorsque la petite Roue est à l'autre bout de l'Axe; car alors le mouvement de la grande Roue H se peut transmettre à une grande distance par la petite Roue ou Pignon D, qui tient au même Arbre. Si ce dernier Pignon engrène une autre Roue E, qui ait des Dents parallèles à son Axe, le mouvement qui lui sera transmis changera de direction, & deviendra horizontal de vertical qu'il étoit. Enfin si la Roue E a quatre fois plus de Dents que le Pignon D, comme celui-ci ne peut se mouvoir sans la Roue verticale H, il faut que l'une & l'autre fassent quatre tours pour faire tourner une fois la Roue horizontale E; & réciproquement si l'on tourne une fois celle-ci, on fera tourner quatre fois le Pignon, l'Arbre & la Roue verticale. Si l'on suppose à chacune des deux grandes Roues une Manivelle F, ou G, menée par un homme qui lui fasse faire un tour dans une seconde, le mouvement aura quatre fois plus de vitesse, lorsqu'il fera tourner la

Mani-

Planche

III.

Fig. 9.

Fig. 10.

Planche  
III.

Fig. 10.  
Roues qui  
ont deux  
sortes de  
mouve-  
ment.

Manivelle F, que quand on appliquera la même Puissance en G.

D. Comment doit-on regarder les Roues des Voitures, celles qui ont deux sortes de mouvement ?

R. Ce sont le plus souvent des Léviérs de la seconde espèce, qui se repètent autant de fois qu'on peut imaginer de points à la circonférence ; car chacun de ces points est l'extrémité d'un rayon appuyé d'une part sur le terrain, & dont l'autre bout chargé de l'Effieu qui porte la Voiture, est en même tems tiré par la Puissance qui la mène. Si le plan étoit parfaitement uni & de niveau, si la circonférence des Roues étoit sans inégalités, s'il n'y avoit aucun frottement aux Moyeux, & si la direction de la Puissance étoit toujours appliquée parallèlement au plan, une petite force meneroit une Charette très pesante ; car la Résistance qui vient de son Poids, repose entièrement sur le terrain par le rayon CM, ou par un semblable qui lui succède l'instant d'après. Mais les inégalités, soit des Roues, soit du terrain, font appuyer la Roue par un rayon CQ ou CN, obliques à la direction de la Puissance PC, ou à celle de la Résistance CM : le Poids qui réside en C pèse donc en partie contre la Puissance, qui ne peut le faire avancer, qu'en le faisant monter autant que le point Q ou N est au dessus de M.

Pourquoi les grandes Roues sont-elles plus avantageuses que les petites ?

R. Parce que les Léviérs en sont plus longs, & que chaque point du Moyeu, qui est tiré d'un moment à l'autre, se trouve dans

dans la direction des traits, & à la hauteur du poitrail des Animaux qui tirent. Delà vient que les Voitures à quatre grandes Roues égales, comme étoient celles des Anciens, sont beaucoup plus avantageuses que nos Carosses qui ont deux Roues fort hautes & deux autres très basses. Quatre grandes Roues égales sont comme quatre grands Léviérs continuellement saisis à leur extrémité dans la perpendiculaire direction du trait.

D. Pourquoi donc met-on deux Roues basses aux Carosses ?

R. Il paroît que l'intention de cette méthode est de tenir le devant de la Voiture dans une sorte de suspension, afin que dans un mauvais pas le premier effort des Chevaux tende à soulever le devant, & à faciliter le dégagement de l'autre train.

Pourquoi on met deux Roues basses aux Carosses.



## CHAPITRE XXVIII.

*Du Treuil ou Tour, & du Vindas ou Cabestan.*

D. Quelle différence y a-t-il entre ces deux Machines ?

R. Elles ne diffèrent l'une de l'autre que par les différentes positions dans lesquelles on les emploie.

La Machine se nomme Tour ou Treuil, quand le Rouleau ou Cilindre AB, qui reçoit la Corde, & qui est la partie principale, se trouve placé horizontalement.

Différence entre le Treuil ou Tour, & le Vindas ou Cabestan. III. Fig. 12.

La

Le Vindas ou Cabestan  
 III. La Machine s'appelle Vindas ou Cabestan, quand ce même Rouleau FG est vertical.

Fig. 13. Dans le Treuil l'Arbre tournant AB Fig. 12, & FG Fig. 13, est comme une suite de Poulies enfilées sur le même Axe. Les Fig. 12. & 13. Léviers en croix a, b, Fig. 12. & l'H. Fig. 13, qui servent à mettre l'Arbre en mouvement sont comme des rayons prolongés de la première des Poulies dont on a parlé ci-dessus. Quand l'Axe tourne, tout ce qui fait corps avec lui participe à son mouvement. Le Treuil fait donc l'office d'un Levier sans fin, de la première ou seconde espèce.

Usage de ces Machines. On emploie fréquemment le Treuil & le Cabestan aux Puits, aux Carrières, dans les Bâtimens, pour élever les pierres & autres matériaux, sur les Vaisseaux & dans les Ports, pour lever les Ancres, &c.

Diverses espèces de Treuils ou petits Cabestans. Les Tambours, les Fusées, les Bobines sur lesquelles on enveloppe les cordes ou les chaînes, pour remonter les poids ou les ressorts des Horloges, des Pendules, des Montres, &c. sont autant de petits Treuils & de petits Cabestans.



## C H A P I T R E XXIX.

### *Du Plan incliné.*

Le Plan incliné.

D. QU'est-ce qu'un Plan incliné?  
 R. C'est tout Plan qui fait un angle oblique avec l'Horizon.

D. D'où



D. D'où vient la force avec laquelle un Corps tend à descendre sur un Plan incliné ? Cause de la force avec laquelle le Corps descend sur un Plan incliné.

R. Elle vient de la Pésanteur, & est de même nature que la Pésanteur, ou plutôt c'est la Pésanteur même diminuée, à cause que le Corps est en partie soutenu par le Plan : ainsi cette force est la même dans tous les instans, & dans toutes les parties du Plan, & agit sur le Corps en mouvement de la même manière que sur le Corps en repos : c'est pourquoi le mouvement d'un Corps qui descend librement sur un Plan, est de la même nature que le mouvement de ce Corps tombant librement ; par conséquent ce mouvement est également accéléré en tems égaux.

D. Qu'y a-t-il encore à observer touchant le Plan incliné ? Règles concernant le Plan incliné.

R. Voici sur cette matière quelques règles qu'on peut établir comme constantes.

1. Un Corps ne tombe jamais aussi vite par un Plan incliné, que par la Ligne verticale, qui est sa direction naturelle.

2. Le Plan incliné forme un obstacle perpétuel à la descente perpendiculaire ; & le Corps y est d'autant plus soutenu que l'angle d'inclinaison est plus petit ; par conséquent plus le Plan est incliné à l'Horison, plus la chute est retardée.

3. On peut comparer la vitesse d'un Mobile qui descend par un Plan incliné, à celle du même Corps, qui tomberoit librement par la Ligne verticale, ou les degrés de vitesse de deux Corps qui parcourent des Plans différemment inclinés, puisqu'on fait la quantité de la chute pour chaque instant pris de suite.

4. Les

4. Les vitesses avec lesquelles descendent deux Corps, dont l'un tombe librement, & dont l'autre descend sur un Plan incliné, si leur chute commence dans le même instant, ont entre elles, dans chacun des instans pendant lesquels ils tombent, la même raison qu'au commencement de leur chute; d'où il s'ensuit qu'ils parcourent dans le même tems, des espaces qui sont entre eux comme la longueur du Plan à sa hauteur; & cette même raison a lieu entre les vitesses acquises en parcourant ces espaces.

5. Si la vitesse actuelle d'un Corps, qui descend par un Plan incliné, est toujours moindre que celle du même Corps, qui tomberoit perpendiculairement, il est vrai de dire qu'à chaque point de sa chute oblique, la vitesse acquise est égale à celle qu'il auroit; s'il étoit tombé perpendiculairement d'une hauteur semblable: toute la différence qu'il y a, c'est qu'il lui faut plus de tems pour acquérir cette vitesse par un mouvement oblique, que par un mouvement direct à l'Horizon.

6. Lorsqu'un Corps descend par des Plans diversement inclinés, la vitesse est aussi toujours la même, pourvu que la hauteur soit égale.

7. Il en est de même quand un Corps descend par une Ligne courbe, parce que cette Ligne peut être considérée comme composée d'un nombre infini de petits Plans différemment inclinés. Mais il est bon de remarquer, que le passage du corps d'un Plan sur un autre doit se faire sans choc, à cause que le choc diminue la vitesse du Corps; c'est pourquoi les différens Plans doivent être joints par des Courbes.

8. Un

8. Un Corps, par la vitesse qu'il a acquise en tombant le long d'une superficie quelconque, plane ou courbe, peut remonter à la même hauteur par une autre superficie semblable.

9. Un Mobile ne tombe pas aussi vite par un Quart-de-cercle que par une Cycloïde, parce que le commencement de la courbure dans la première de ces deux Lignes, s'écarte davantage de la direction verticale que dans l'autre; & que les retardemens causés sur la fin par l'inclinaison du Plan, ne sont pas suffisamment compensés par les vitesses précédemment acquises.

D. Puisque le Plan incliné est toujours plus long que le Plan vertical à hauteur égale, & que par conséquent un Escalier, une Rampe douce, une Échelle dressée obliquement, ne mènent point à une certaine élévation par la route la plus courte; pourquoi cependant choisit-on tous les jours ces moyens par préférence à ceux qui pourroient faire gagner du tems ?

Pourquoi on choisit des Plans inclinés pour parvenir à quelque hauteur.

R. Quand on choisit de pareils Plans pour élever des Corps, comme pour faire monter des Tonneaux de Vin qu'on tire d'une cave, le tems qu'on emploie de plus, est moins une perte, qu'un échange de la vitesse en force; car si le Plan incliné retarde la vitesse des Corps qui descendent, il faut moins d'effort pour arrêter leur chute, & quand ils sont ainsi soutenus, leur poids est toujours plus facile à vaincre, soit qu'on veuille les tenir en repos, soit qu'on se propose de les transporter de bas en haut. Nous avons déjà dit ailleurs qu'il est plus aisé de faire monter un Corps par une

ligne parallèle au plan que par toute autre direction.

Pourquoi *D.* Pourquoi une petite Force en soutient-elle une plus grande sur un Plan incliné; & pourquoi une petite Force employée contre une plus grande, n'agit-elle jamais avec autant d'avantage, que quand sa direction est parallèle au Plan incliné, &c. par lequel elle fait son effort?

*R.* On en trouvera la raison dans l'expérience que voici.

Planche  
IV.  
Fig. 14.

Soit une Machine représentée par la *Figure 14* de la Planche IV (*a*), laquelle est composée d'une Tablette *AC*, longue d'environ 15 pouces & large de 3 ou 4. Elle est jointe par une Charnière en *C* à une autre Tablette, au bout de laquelle est fixé un Quart-de-cercle qui sert à régler & à fixer son inclinaison. *D* est un Cilindre de bois dur qui pèse 5 ou 6 onces, & qui tourne très librement sur son Axe dans une espèce de Chapé de métal, soutenue par deux Cordons qui passent sur deux Poulies de renvoi *e, e*, & au bout desquels sont attachées deux poids *d, d*, de 2 onces chacun. Les deux petites Poulies sont portées par une pièce de métal, que l'on peut placer à différens endroits sur le Quart-de-cercle. On incline le Plan *AC* un peu plus que de 45 degrés, on place le Cilindre ou Rouleau *D* en sa partie inférieure, & l'on met les Poulies de renvoi de façon que les Cordons qui tirent le Rouleau soient parallèles au Plan incliné, & on laisse agir les

(*a*) Cette Figure 14 a été mal placée dans la Planche IV, elle auroit dû se trouver dans la Planche III entre les Figures 13 & 15.

les deux poids  $d, d$ . Ensuite on repète la Planche même chose, excepté seulement qu'on pla-<sup>IV.</sup> ce les Poulies de renvoi en E ou en F, Fig. 14. afin que leurs directions se trouvent au-dessus ou au-dessous du Plan incliné, & faisant un angle avec lui, comme ADF, ou ADE.

L'effet qui résulte de cet arrangement, c'est que les Cordons étant dans une direction parallèle au Plan incliné, les deux poids qui pèsent ensemble 4 onces, enlèvent le Rouleau qui en pèse 6. Mais lorsqu'on a placé les Poulies en F & en E, ces mêmes Poids ne suffisent plus pour faire monter, ni même pour arrêter le Rouleau. Le même effet arrive, si, au-lieu de changer les Poulies de place, on incline plus ou moins le Plan AC.

Deux causes concourent à arrêter le Rouleau déterminé à se mouvoir de haut en bas; 1. la Résistance du Plan incliné; 2. l'effort des deux Poids  $d, d$ . Si cette dernière cause agissoit seule, il faudroit que la somme des deux Poids fût égale à la masse du Rouleau. Il est donc prouvé qu'en pareil cas une petite Force en peut soutenir une plus grande.

Voici la raison de cet effet. Supposons Planche que la ligne  $ac$  soit le Plan incliné, que le <sup>III.</sup> Cercle  $dfg$  est la base du Cilindre ou Rou- Fig. 15. leau, que tout le poids de ce Corps réside au centre  $k$ , & qu'il est en équilibre avec une Puissance dont la direction est  $kp$ , pendant que son poids le sollicite à tomber par la ligne  $kb$ , perpendiculaire à l'Horizon  $bc$ . Voila donc deux Forces appliquées à l'extrémité  $k$ , d'un même Rayon ou Levier, dont l'autre bout  $d$  est appuyé

Planche  
III.  
Fig. 15.

sur le Plan: mais l'une des deux fait avec ce Levier un angle droit  $pkd$ , elle agit dans la direction la plus avantageuse; l'autre au contraire agit par une ligne inclinée à ce même Levier, & fait avec lui un angle aigu  $dkb$ , ce qui le réduit à la longueur  $de$ : ainsi comme  $de$  est plus court que  $dk$ , le poids du Rouleau le cède d'autant à la Puissance  $p$ , qui n'a cet avantage sur la Résistance qu'en conséquence d'une direction plus favorable à son effort.

Un Mobile dont le centre de pesanteur n'est pas soutenu doit toujours tomber.

Cette expérience fait voir encore, qu'un Mobile dont le Centre de Pesanteur n'est point soutenu, doit toujours tomber; car il ne suffit pas que le Rouleau porte au point  $d$  sur le Plan; sans l'effort de la Puissance  $p$ , il rouleroit de haut en bas, parce que le centre de sa Pesanteur qui agit dans la direction  $kb$  n'est point soutenu.

Raison de quelques effets difficiles à expliquer.  
Fig. 16.

C'est à l'aide de ce principe qu'on rend raison d'une infinité d'autres effets difficiles à expliquer. Soit, par exemple, un Solide  $A$  composé de deux Cones joints par leurs bases: on pose ce Corps sur deux règles  $BC$ ,  $DC$ , qui font ensemble un angle aigu, & qui sont élevés par l'autre bout  $B$ ,  $D$ , desorte qu'il est comme sur un Plan incliné: lorsqu'on le laisse libre, il monte en roulant, & suit en apparence une route toute contraire à celle que tous les Corps graves ont coutume de prendre.

Fig. 17.

Cet effet vient de ce que le Centre de gravité du Corps  $A$  n'est point soutenu, car lorsqu'il est placé en  $C$ , il y resteroit en repos, s'il portoit sur un rayon  $ae$ , perpendiculaire au Plan horizontal  $ef$ : mais comme les deux Règles font un angle, elles touchent ce double cône par des points

points qui sont plus reculés, comme *g*: Planche ainsi le Centre de gravité qui est en *a* por-III. te à faux, & le Corps entier commence à Fig. 17. rouler de C vers B. A mesure qu'il s'avance dans cette direction, les deux Règles étant de plus en plus écartées, le Mobile descend d'une quantité égale au demi-diamètre *ae*, plus grande que la hauteur *f* B, à laquelle il semble s'être élevé; & le point *a*, par rapport à l'Horizon, descend réellement de la quantité *b* B.



## CHAPITRE XXX.

### *Du Coin.*

D. QU'est-ce qu'un Coin?

R. C'est un Corps dur en forme de <sup>Ce que c'est que le Coin.</sup> Prisme, qui a peu de hauteur, & dont les Bases sont des Triangles isoscèles. On y distingue trois Plans, qui terminent deux Triangles, comme D A C. Les deux plus <sup>Planche III. Fig. 18.</sup> longs de ces Plans forment un angle à la ligne A a, qu'on appelle la Pointe ou le Tranchant: le plus petit D c, qui détermine leur écartement, se nomme la Base ou la Tête, & la hauteur se mesure par la ligne A B, qu'on regarde aussi comme l'Axe du Coin.

On se sert du Coin lorsqu'il est question <sup>Usage</sup> de fendre du bois, de séparer des corps, qu'on en <sup>fait.</sup> de soulever ou de presser quelque matière; & pour le faire agir, on emploie d'ordinaire un Marteau, un Maillet, & quelquefois la pression d'un Ressort ou d'un Poids, après

avoir appliqué le taillant du Coin au Corps qu'on veut fendre ou séparer.

De Com- *D.* De combien de manières le Coin peut-  
bien de il agir ?

manières *R.* On conçoit qu'il peut agir de plusieurs  
le Coin manières ; mais en voici deux auxquelles on  
peut agir. peut rapporter toutes les autres.

Planche  
111.

Fig. 19.

Supposons premièrement deux Corps A, B, appuyés sur un Plan solide, sur lequel ils ne puissent que glisser ou rouler dans les directions CD,  $\bar{C}D$ . Supposons aussi qu'une Force déterminée, de dix livres, par exemple, appliquée en E, s'oppose à ce mouvement : si l'on fait descendre entre les deux Corps, le Coin FGH de toute sa hauteur, il est certain qu'à la fin de cette action, les deux Mobiles A, B, seront écartés l'un de l'autre de toute la largeur de la Base FH. Ils le seroient plus ou moins, si l'on employoit un autre Coin, dont l'angle fût plus ou moins ouvert, comme *im G*, ou *ln G*.

Fig. 20.

Représentons - nous en second lieu un Coin A, qui fait effort pour écarter les deux parties d'une Buche entre-ouverte BB, tandis qu'elles résistent à cet écartement par la liaison des fibres qui sont encore unies au-dessous de l'angle *p*. On conçoit les deux lignes *sp*, *pq*, & de l'autre part *tp*, *tr*, comme deux Léviérs angulaires, dont les Bras *pr*, *pq*, sont liés ensemble par des fils également distans l'un de l'autre ; le Coin A agissant en *t* & en *s*, fait donc son effort par les deux Bras *tp*, *sp*, contre le premier lien qui est à l'angle *p*, tandis que les deux autres bras s'appuient mutuellement l'un contre l'autre au-dessous. Si ce lien est inflexible, & qu'il ne puisse céder  
sans



sans se rompre, l'effort du Coin produira cet effet, s'il excède un peu la force de ce fil ; & , s'il est une fois rompu, celui qui le suit immédiatement, quoiqu'aussi fort, se rompra plus facilement par la même action du Coin, parce qu'alors le Lévier de la Puissance est augmenté en longueur, & , par la même raison, cet avantage que reçoit la Puissance, doit aller toujours en augmentant.

D. Quel est le rapport des Puissances qui agissent l'une contre l'autre par le moyen du Coin ?

R. L'expérience suivante le déterminera, & nous fera voir en même tems, qu'on peut se servir avantageusement du Coin pour vaincre de grandes Résistances, & que son action devient d'autant plus puissante, qu'il est plus aigu.

Les deux Plans AC, BC, forment les deux faces d'un Coin, qui peut devenir plus ou moins aigu, par le moyen d'une charnière qui est au point C, & , de deux Ecroux F, P, qui arrêtent les deux autres extrémités à la Règle GH. Pour cet effet cette dernière pièce doit être percée d'une rainure à jour, dans laquelle on fait glisser deux Tourillons à vis que l'on a ajoutés aux bouts des deux Plans. DI est un Chassis placé horizontalement sur deux montans qui aboutissent à une Tablette qui leur sert de pied. Deux Rouleaux *m*, *n*, tournent dans de petites Chapes qui glissent avec beaucoup de facilité sur deux fils de métal tendus d'un bout à l'autre du Chassis.

Par cette disposition les Rouleaux ne peuvent être écartés l'un de l'autre que par une force capable d'élever le Poids *p*, &

Rapport des  
Puissances  
qui agissent l'une  
contre l'autre par le  
moyen du  
Coin.

Planche  
III.  
Fig. 21.

Planche  
III.  
Fig. 21.

le Coin ABC, agissant contre eux par son propre poids, ou par celui qu'on lui ajoute, il est facile de comparer l'effort de la Puissance avec celui de la Résistance. Le Poids  $p$  étant de deux livres, on rend le Coin tellement aigu, que son propre poids suffise pour écarter les Rouleaux; ensuite on l'ouvre de manière que sa Base AB soit égale à la moitié de la hauteur KC.

Quand le Coin est assez aigu, quoiqu'il ne pèse qu'environ 12 onces, son effort suffit pour écarter les Rouleaux. Lorsque sa hauteur égale deux fois la largeur de sa Base, il écarte encore les Rouleaux, si l'on ajoute un peu plus de 4 onces à son poids: c'est-à-dire, qu'avec un effort d'une livre il fait équilibre à une Force qui est double.

Planche  
IV.  
Fig. 1.

Si le Poids  $p$  de l'expérience étoit partagé en deux autres d'une livre chacun, comme dans la *Figure 1* de la *Planche* suivante,  $p, r$ , & que les deux Rouleaux  $m, n$ , ne pussent s'écarter l'un de l'autre sans faire monter d'autant ces deux Poids, il faudroit, sans l'Intermède de la Machine, une masse égale à deux livres pour leur faire équilibre, & un peu plus pour les faire monter. Or, par le moyen d'un Coin, douze onces les enlèvent; il en faut aussi un peu plus de seize pour faire le même effet, quand le Coin devient moins aigu. Le Coin peut donc vaincre de grandes Résistances, & son action est d'autant plus grande qu'il est plus aigu.

La force d'un Corps qui se meut, ou qui tend à se mouvoir, vient de sa masse, & du degré de vitesse qu'il a, ou qu'il auroit si le mouvement avoit lieu. Or le Coin  $abc$  ne peut descendre de toute sa hauteur, que

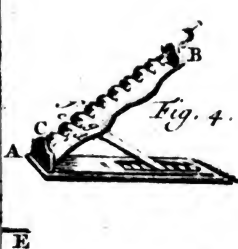
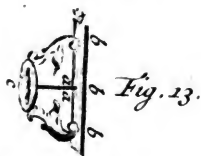


Fig. 14.





que les Rouleaux ne parcourent en même <sup>Planche</sup> tems les deux espaces  $cl$ ,  $ci$ , & que par <sup>IV.</sup> conséquent les deux Poids  $p$ ,  $r$ , ne fassent <sup>Fig. 1.</sup> autant de chemin en montant : mais ces deux espaces qui égalent ensemble la Base  $ab$ , ne sont que la moitié de la hauteur du Coin, desorte qu'un Poids placé en  $k$  fait dans le même tems deux fois autant de chemin en descendant, que les Poids  $p$ ,  $r$ , en font en montant : ainsi dans le cas de l'équilibre, le Poids  $k$  doit être à la somme des deux autres en raison réciproque des vitesses, c'est-à-dire, une livre contre deux, lorsque la ligne  $kc$  est double de la ligne  $ab$ ; d'où suit cette Proposition générale : la Puissance est à la Résistance, dans le cas d'équilibre, comme la Base du Coin est à sa hauteur ; ce qui n'a lieu cependant à la rigueur, que quand les Forces opposées peuvent être comparées à des Poids.

**D.** Quels sont les Instrumens qu'on peut <sup>Instru-</sup> rapporter au Coin ? <sup>mens</sup>

**R.** Tous les Outils tranchans, la Coignée <sup>qu'on peut</sup> & la Serpe du Bucheron, le Ciseau & la <sup>raporter</sup> Gouge du Sculpteur & du Menuisier, la <sup>au Coin.</sup> Lancette & le Scalpel du Chirurgien, le Couteau & le Rasoir, sont autant de Coins, dont l'angle, la grandeur, la figure, &c. sont proportionnés à la qualité des matières sur lesquelles ils doivent agir, & à l'action du Moteur qui doit régler leur effort. Les Clous à quatre faces, les Poinçons ronds, les B-pingles, les Aiguilles, &c. sont aussi l'office de Coins.



## C H A P I T R E   X X X I .

*Des différentes sortes de Vis ou Helices.*

Ce que  
c'est que la  
Vis.  
Planche  
IV  
Fig. 2 & 3.

D. QU'est-ce que la Vis?

R. La Vis est composée de deux parties, dont la première, qu'on appelle la Vis extérieure, est un Cilindre ou Cône, dans lequel on a pratiqué une Gorge en spirale : la Cloison réservée entre les tours de cette Gorge s'appelle le Filet de la Vis, & la distance d'un Filet à l'autre se nomme le Pas.

La Vis intérieure ou l'Erou.

On pratique aussi ce Filet & cette Gorge dans une cavité cylindrique pour en faire la seconde partie de la Vis, qu'on nomme la Vis intérieure, ou l'Erou.

Ces deux sortes de Vis doivent être proportionnées de manière, que le Filet de l'une puisse se mouvoir dans la Gorge de l'autre, & réciproquement.

Le Filet d'une Vis.

Le Filet d'une Vis, à ne considérer que l'endroit qui reçoit l'effort de la Résistance, n'est autre chose qu'un Plan incliné à la Base du Cilindre qu'il enveloppe, & ce Plan est d'autant plus incliné, que les Pas sont moins grands. Ainsi lorsqu'une Vis tourne dans son Erou, ce sont deux Plans inclinés dont l'un glisse sur l'autre. La hauteur est déterminée pour chaque tour par la distance d'un Filet à l'autre, & la longueur est donnée par cette hauteur & par la

la circonférence de la Vis; car si l'on dé-<sup>planché</sup> veloppe un de ces Filets  $ab$ , avec son Pas  $IV$ .  $bc$ , on aura le Triangle  $abc$ . Fig. 2.

A chaque révolution de cette Machine, <sup>Action de</sup> pendant qu'une des parties est en repos, <sup>la Vis,</sup> l'autre fait un Pas, & parcourt une distance égale à l'intervalle qu'il y a entre les Filets de la Vis.

La Puissance qui meut la Vis, s'applique à un Levier  $DL$ , qu'on nomme Bras ou Manivelle; & cette Puissance est à la Résistance, dans le cas d'équilibre, comme la hauteur du Pas  $bc$  est à la circonférence que décrit l'extrémité  $E$  du Levier, c'est-à-dire en raison réciproque des vitesses.

Le Frottement est de grand usage dans <sup>Usage du</sup> la Vis, puisqu'il fait que la Machine reste, <sup>Frotte-</sup> après l'action, dans la situation où on l'a <sup>ment dans</sup> mise. <sup>la Vis.</sup>

Les Filets des Vis sont le plus souvent <sup>Fig. 2 & 3.</sup> angulaires, comme dans la *Figure 2*, ou quarrés comme dans la *Figure 3*.

D. Qu'est-ce que la Vis d'Archimède? <sup>La Vis</sup>

R. C'est une Machine composée d'un <sup>d'Archi-</sup> Cilindre incliné à l'horizon, qui tourne sur <sup>mède.</sup>

deux Pivots  $A$ ,  $B$ , & d'un Canal ou Tu-<sup>Fig. 4.</sup> yau qui l'enveloppe en forme de Spirale. Un Corps grave, placé à l'embouchure  $C$  du Canal, tombe par son propre poids en  $d$ : lorsqu'on fait tourner la Vis, le point  $d$  du Tuyau passe au point  $e$ , & le Mobile se trouve dans le Canal au point  $f$ , qui a fait un demi-tour & qui est venu en  $g$ . En continuant ainsi, on lui fait parcourir toute la longueur de la Vis de bas en haut.

On peut en bien des occasions se servir de cette Vis pour élever les eaux; car si la partie inférieure est plongée dans l'eau, son

Canal doit s'emplir à mesure qu'il tourne & procurer un écoulement par la partie d'en haut.

La Vis  
sans fin.  
Planche  
IV.  
Fig. 5.

D. Qu'est-ce que la Vis sans fin ?

R. C'est une Machine composée d'une Vis, dont l'Essieu tourne toujours de même sens sur ses Pivots sans avancer ni reculer : ses Filets mènent une Roue verticale, dont ils engrènent les dents ; cette Roue porte à son centre un Rouleau B, avec une Corde pour enlever le Fardeau A.

Dans la Vis sans fin la Puissance est au Poids, comme le produit de la hauteur d'un des Pas de la Vis par les rayons des Pignons, est au produit de la circonférence que décrit la Puissance par les rayons des Roues.

Jugement  
sur cette  
Machine.

A l'aide de cette Machine on peut vaincre avec très peu de force une très grande Résistance : mais cet avantage coûte bien du tems : car la Vis doit faire un tour entier pour faire passer une dent de la Roue, & il faut que toutes les dents passent pour faire tourner une fois le Rouleau.

Son usage.

Mais cette lenteur est souvent l'objet qu'on se propose ; comme lorsqu'il s'agit de modérer le mouvement d'un rouage. On en trouve l'idée dans le Tourne-broche commun, dont le principal mérite, après celui de présenter uniformément au feu tous les côtés d'une pièce de Viande, est de prolonger le service du Poids par le délai de sa chute.

Un autre avantage de la Vis sans fin est de pouvoir porter son action à de très grandes distances. Les Roues qu'on associe à la Vis ont leur Axe & leur Rouleau, autour duquel on peut faire filer une Corde



PHILOSOPHIE MODERNE, 301  
de ou un Cable qui tirera un énorme bil-  
lot, & d'aussi loin qu'on voudra.



## CHAPITRE XXXII.

### *Des Cordes & des Hygromètres.*

**D.** **D**E quoi les Cordes sont-elles com- De quoi  
posées, & quel est leur usage? les Cordes

**R.** Elles sont faites de plusieurs fils ou sont com-  
fibres, tirées ou du règne végétal, com- posées, &  
me le Chanvre; ou du règne animal, com- leur usage.  
me la Soie ou les Bœux. On forme de  
ces fibres des Corps longs & flexibles, dont  
on fait un grand usage en Mécanique, soit  
pour changer la direction du mouvement,  
soit pour transporter la Puissance ou la Ré-  
sistance dans un lieu plus avantageux, soit  
enfin pour lier, serrer, arrêter des Mobi-  
les qui tendent à se desunir ou à se dé-  
placer.

Les Cordes n'augmentent ni ne dimi- Résistance  
nuent par elles-mêmes l'intensité des For- qu'elles  
ces qui agissent contre elles; mais leur font.  
poids, leur courbure, leur roideur font  
des résistances qui exigent un plus grand  
effort.

En considérant les Cordes comme des Comment  
Cilindres, on doit, à longueurs égales, esti- on doit  
mer la différence de leur poids par le quar- estimer la  
ré du diamètre. Si, par exemple, une différence  
Corde qui a un pouce de diamètre, pe- de leur  
se 30 livres, celle qui sera deux fois aussi poids.  
grosse, pesera 120 livres.

N 7

La

La courbure de la Corde est aussi désavantageuse à la Puissance. Nous avons vu que l'effort de la Puissance est le plus grand qu'il puisse être, lorsqu'il est dirigé parallèlement au Plan comme AB. Mais il y a bien des occasions où la Corde, devenant courbe, comme AEB, à cause de sa longueur & de son poids, incline l'action de la Puissance au Plan, & l'affoiblit d'autant.

**Change-ment** La longueur seule de la Corde apporte du changement à la direction de la Puissance; car, si elle fait un angle avec le terrain, elle le fait d'autant plus grand qu'elle est moins longue. Quoique les deux lignes AC, AD, ne soient ni l'une ni l'autre parallèles au Plan FG, cependant la première s'écarte davantage du parallélisme que la dernière.

**Combien la roideur des Cordes augmente la résistance.** La roideur des Cordes est ce qui mérite le plus d'attention; elle augmente souvent d'un tiers la Résistance sur laquelle on fait agir la Force motrice.

**Expériences à ce sujet.** Soient deux Cordes semblables, A, B, pendues au plancher à 5 ou 6 pouces de distance l'une de l'autre, & qui soutiennent une Tablette CD sur laquelle on pose des Poids. Ces Cordes font chacune un tour sur un Cilindre EF, & au milieu on enveloppe en sens contraire un Ruban, au bout duquel on attache un bassin de Balance G, que l'on charge jusqu'à ce qu'il commence à faire rouler le Cilindre de haut en bas, comme dans la Figure 8. On emploie plusieurs paires de Cordes, toutes de même matière, de diamètres différens: le Cilindre doit être toujours du même poids, quoiqu'on varie sa grosseur; & afin

Fig. 7.

Fig. 8.

que le Ruban *f* soit toujours à la même distance du point *e*, on diminue le Cilindre en son milieu, ou bien, en évaluant l'effort du poids, on tient compte de la distance du point *f* au point *e*, si elle est augmentée. Dans cette expérience le diamètre des Cordes est de 3 lignes, celui du Cilindre d'un  $\frac{1}{2}$  pouce, & l'on charge d'abord CD, *Figure 7*, de 20 livres, & ensuite de 40. *Fig. 7.*

L'effet que produit cette disposition, c'est que les Cordes étant tendues par un Poids de 20 livres, il faut que le Poids G soit de 45 onces, pour commencer à faire descendre le Cilindre : & lorsqu'on tend les Cordes avec un Poids de 40 livres, le Cilindre n'obéit qu'à l'effort de 90 onces.

Voici l'explication de ce phénomène. Le Cilindre tend à descendre ou par son propre poids, ou par celui qui agit en *f*. Il n'est donc retenu que par la Corde qui l'enveloppe de part & d'autre. Mais si cette Corde avoit une flexibilité parfaite, elle laisseroit passer librement le Cilindre de l'endroit le plus haut à l'endroit le plus bas. Toute la Résistance qui cède prémièrement à 45 onces, vient donc de la roideur des Cordes qui sont tendues par le Poids CD ; & puisque cette roideur ne peut être vaincue que par 90 onces, quand le Poids qui la fait naître augmente de 20 à 40, c'est une preuve qu'elle croît en raison directe des Forces qui tendent les Cordes ; car 45 sont à 90, comme 20 sont à 40. *Fig. 7.*

Autre expérience. Supposons une paire de Cordes, dont le diamètre soit de 2 lignes ; que ces Cordes soient tendues par un Poids de 20 livres, & qu'elles enveloppent

pent un Cilindre d'un demi-pouce de diamètre. Qu'on fasse ensuite servir une autre paire de Cordes une fois plus menues, à qui l'on donne le même degré de tension, & que l'on fasse tourner sur le même Cilindre. Dans le premier cas il faut 30 livres pour vaincre la roideur des Cordes; dans le second il n'en faut que 15.

Planche  
IV.  
Fig. 8.

Pour expliquer ce phénomène on peut considérer le diamètre de la Corde & celui du Cilindre comme ne faisant qu'un même Levier, dont le Centre du mouvement est en *e*: on voit que si le bras *ef* restant le même, *eb* devient plus long, la Puissance qui agit en *L* en aura d'autant plus de force pour vaincre celle qui pèse en *g*. En considérant ainsi la roideur qui vient de la grosseur des Cordes, on voit d'abord pourquoi, lorsqu'on double leur diamètre, il faut aussi doubler le Poids qui tend à faire descendre le Cilindre, & pourquoi cette résistance ne croît pas en raison de la solidité des Cordes, mais seulement en raison des diamètres.

Pourquoi  
les grandes  
Poulies  
doivent être  
préférées  
aux  
petites.

Ces expériences font voir la nécessité qu'il y a d'avoir égard à la roideur des Cordes lorsqu'on les emploie pour faire agir des Machines. En général, les grandes Poulies doivent être préférées aux petites, non seulement parce qu'ayant moins de tours à faire, leur Axe a moins de frottement; mais encore parce que les Cordes qui les font mouvoir, y souffrent une moindre courbure, & leur opposent par conséquent moins de résistance.

Combien  
il seroit utile  
de concilier la

Les Cordes destinées à faire de grands efforts, doivent être durables, elles doivent être capables d'une grande résistance: pour les rendre telles, on les prépare d'une

ne certaine manière, & cette préparation leur donne de la roideur. Mais la roideur est nuisible. Il faudroit donc tâcher de concilier la force des Cordes avec une grande flexibilité. C'est à quoi l'on travaille aujourd'hui en France.

D. Quelle est la manière la plus avantageuse d'unir les fils ou les cordons pour en former des Cordes capables de résister à de grands efforts ?

R. Cette importante question qui partage les Savans, mérite d'être examinée.

Quelques-uns prétendent que le tortillement par lequel on a coutume de lier ensemble les assemblages des premiers fils qui font des cordons, donne plus de force aux Cordes qu'elles n'en auroient, si les parties qui les composent, étoient seulement réunies en forme de faisceaux. Il semble d'abord qu'on doit décider en faveur du tortillement, parce que cette façon fait naître une union plus intime entre les parties composantes, & que la force du composé semble dépendre de cette union. D'ailleurs le tortillement rend une Corde plus solide, plus grosse qu'elle ne le seroit, si ses fils ou cordons n'étoient qu'assemblés à côté l'un de l'autre.

Cependant, malgré ces vraisemblances, Mr. de Réaumur a fait voir dans un de ses Mémoires, que cette façon qu'on donne aux Cordes, commode & avantageuse à d'autres égards, les affoiblit plutôt qu'elle n'augmente leur force. L'expérience suivante décide en sa faveur.

Divisez en plusieurs bouts un écheveau de fil à coudre, éprouvez-en la force en y suspendant des Poids connus jusqu'à ce qu'ils

force des  
Cordes a-  
vec leur  
flexibilité.

Si le tortil-  
lement des  
Cordes est  
avanta-  
geux.

Expérien-  
ce qui  
prouve  
que le tor-  
qu'ils

tillement  
affoiblit les  
Cordes  
Planche  
IV.  
Fig. 9.

qu'ils rompent, comme dans la *Figure 9.* &, lorsque vous êtes assuré de ce qu'ils peuvent porter séparément sans se casser, tortillez- en ensemble, deux, trois, quatre, ou davantage, pour en faire une petite Corde à laquelle vous suspendrez aussi des Poids, pour savoir combien elle peut en porter.

L'expérience vous apprendra que les fils tortillés ne portent jamais un poids qui égale la somme de ceux qu'ils portoient séparément. Si un fil porte 6 livres, deux fils C, D, porteront 12 livres, pourvu que chacun des deux n'ait à porter que la moitié de la somme totale, c'est-à-dire 6 livres. Imaginez que les deux Poids de 6 livres E, F, soient joints ensemble, de manière que de cette somme de 12 livres, les deux tiers portent sur le fil C, & l'autre tiers sur D; le premier de ces fils cassera d'abord, parce qu'il ne peut porter que 6 livres & non pas 8. La même chose arrive lorsque les deux fils sont tortillés ensemble; car comme l'un des deux l'est plus que l'autre, l'effort du Poids est inégalement partagé entre eux, & ils ne peuvent par conséquent soutenir ensemble les 12 livres qu'ils auroient portées séparément. De plus, en tortillant ainsi les fils, on les tend; & cette tension tient lieu d'une partie de l'effort qu'ils peuvent soutenir.

Jusqu'à  
quel point  
on doit  
tortiller  
les Cordes.

On ne doit donc point attendre des Cables & autres gros Cordages, qu'on emploie sur les Vaisseaux ou dans les Bâtimens, toute la résistance dont ils seroient capables, s'ils ne perdoient rien de leur force par le tortillement. On ne doit donc tordre les Cordes qu'autant qu'il est nécessaire pour lier les parties, par un frottement suffisant. On doit aussi avoir soin que

le

le tirage des Cordes qui concourent à un même effet, soit égal; s'il est inégal, elles se cassent les unes après les autres.

D. Qu'arrive-t-il aux Cordes composées de plusieurs filets ou cordons tortillés ensemble, lorsque l'eau vient à les pénétrer? Effet que l'eau produit sur les Cordes.

R. Elle deviennent plus grosses, elles s'accourcissent, & se détordent un peu. Voici une expérience qui le prouve.

Attachez au plancher des Cordes, & sus-Planche pendez à leurs bouts des Poids H, K, assez fort seulement pour les tenir tendues, & qui finissent en pointe au-dessus & fort près de la Tablette I L. Au bout de chacune des Cordes immédiatement au-dessus du Poids, placez un petit Index de carton, *g*, ou *b*, qui fasse un angle droit avec la Corde, que vous mouillerez ensuite d'un bout à l'autre. Vous remarquerez bientôt après, que les Cordes s'accourciront, parce que les Poids H, K, s'élèveront un peu au-dessus de la Tablette I L; qu'elles se détorderont, par le mouvement de l'Index *g*, ou *b*. Fig. 10.

Voici la raison de ces phénomènes. L'eau en pénétrant les parties de la Corde, les écarte, & rend la Corde plus grosse. Ces parties ne peuvent s'écarter l'une de l'autre, sans former un ventre, sans que les extrémités, se rapprochent; & delà le raccourcissement de la Corde. Les petits interstices qui sont entre les fibres & les cordons, devenus plus ouverts par l'introduction de l'eau, rendent la Corde un peu moins torse. Ces effets ont lieu, malgré les Poids qui tiennent les Cordes tendues. Raison de cet effet.

D. Un

L'introduction d'un Fluide dans une Corde la rend plus courte, malgré l'effort d'une Puissance considérable. *D.* Un Fluide, qui s'introduit dans une Corde, peut-il la rendre plus courte en la grossissant, malgré l'effort d'une Puissance considérable, & peut-on tirer de grands secours de cet effet?

*R.* Oui; & voici une expérience qui le prouve.

Que A, B, C, soient des Vessies, qui communiquent ensemble par de petits bouts de tuyaux qui servent à les joindre; & que D soit un Poids de 30 livres qui repose sur le pied de la Machine, quand les Vessies sont vuides. Si on souffle de l'air dans les Vessies par le tuyau E, elle s'enfleront, & le Poids s'élèvera de plusieurs pouces.

Fig. II.

L'air introduit dans les Vessies, les dilate. Les parois AA, BB, CC, ne peuvent s'écarter l'une de l'autre, que les extrémités de chaque Vessie ne se rapprochent, & que tout l'assemblage ne devienne plus court, & n'oblige par conséquent le Poids à s'élever.

Voici comment on peut élever par un simple souffle un Poids aussi considérable. Tout son effort se partage également à toute la surface des Vessies, l'orifice du Canal E n'occupe qu'une très petite partie de cette surface: s'il n'en occupe qu'un  $\frac{1}{1000}$ , la Résistance qui s'oppose à son embouchure, & qu'il faut vaincre pour introduire l'air, n'est donc que la  $\frac{1}{1000}$  partie de 30 livres. Les côtés bAb, cAc, d'une de ces Vessies, représentent assez bien les fibres des Cordes; & comme l'air dilate les unes, l'humidité enfle les autres, & leur fait faire de grands efforts.

Obélisque  
élevé à

On prétend que ce fut à l'aide de Cordes



des mouillées qu'on éleva un Obélisque à Rome sous Rome sous le Pontificat de Sixte V. Quoi- Sixte V, à que les Cordes mouillées puissent vaincre l'aide de de grandes résistances en se racourcissant, Cordes mouillées, elle ne produisent cependant cet effet, qu'autant qu'elles sont faites de matières peu susceptibles d'allongement par elles-mêmes, telles que sont les fibres des Végétaux ou la Soie : si l'on mouille des Cordes de boyaux, elles s'allongent en les tirant avec une certaine force, parce que leurs fibres sont extensibles en tous sens, & que l'humidité augmente leur souplesse.

D. N'emploie-t-on pas les Cordes pour Les Hy- connoître l'état de l'Atmosphère, & quel gromètres, nom donne-t-on aux Cordes qui servent à ou Cordes cet usage ? pour con-

R. Oui ; & ces instrumens qu'on nomme noître l'é- Hygromètres, consistent principalement en tat de l'At- une Corde de chanvre ou de boyaux, qui mosphère. marque en s'allongeant & en se racourcis- sant, ou bien en se tordant & en se détordant, s'il règne dans l'air plus ou moins d'humidité.

D. Comment fait-on les Hygromètres ? Comment

R. On leur donne différentes formes. on les fait.

Le plus simple de tous se fait avec une Corde de 10 ou 12 pieds, A A, que l'on Planche tend foiblement dans une situation hori- IV.

zontale, & dans un endroit à couvert de la Fig. 126

pluie, quoiqu'exposé à l'air libre. On attache au milieu un fil de laiton, au bout duquel on fait pendre un petit Poids, aa, qui sert d'Index, & qui marque sur une Echelle divisée en pouces & en lignes les degrés d'humidité en montant, & ceux de la sécheresse en descendant.

On fait aussi des Hygromètres avec un Autres for-  
bout

ces d'Hy-  
gromètres.  
Planche  
Iv.  
Fig. 13.

bout de Corde de boyaux, *aa*, que l'on fixe d'un côté à quelque chose de solide, *bbb*, & que l'on attache par l'autre perpendiculairement à une petite Traverse, *c*, qui tourne à mesure que la Corde se tord ou se détord, & qui marque, comme une aiguille sur la circonférence d'un Cadran, les degrés de sécheresse & d'humidité.

Fig. 14.

D'autres placent, comme dans la *Figure 14*, sur les extrémités de la petite Barre ou Traverse, deux Figures humaines de carton ou d'émail, dont l'une rentre & l'autre sort d'une petite maison qui a deux Portiques, lorsque le sec ou l'humide fait tourner la Corde; & l'on fait porter un petit parapluie à celle des deux Figures que le mouvement de la Corde fait sortir, lorsque l'humidité augmente.

Nous n'apprenons presque rien de meilleur de ces Instrumens, parce qu'il arrive souvent que l'Atmosphère a déjà perdu une grande partie de son humidité, avant que la Corde en puisse donner aucun signe.



## C H A P I T R E XXXIII.

*Des Moulins à eau, à vent, à bras, sur bateau, à sier, & à poudre.*

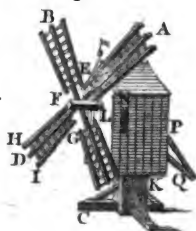
Moulins à  
vent d'Al-  
lemagne  
& de Fran-  
ce.

**D.** **D**onnez-moi, je vous prie, une légère idée de la manière dont on fait les Moulins à vent.

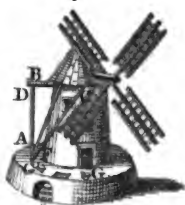
**R.** Voici une courte description de ceux dont



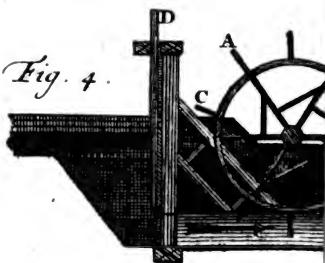
*Fig. 1.*



*Fig. 2.*



*Fig. 4.*



dont on se sert communément en Allemagne, & en diverses Provinces de France.

Faites quatre Volans ou Ailes avec les *Planche V. Treillis*, comme la *Figure 1* les représen- *Fig. 1.*

te: que la longueur EA soit d'environ 30 pieds, & la largeur HI de 6. Attachez-les à angles de 45 degrés, à un Cilindre FL; car si on les ajustoit à angles droits, le vent ne les feroit point tourner. Les mieux adaptés sont ceux qui coupent l'Axe à l'angle de 54 degrés, parce qu'alors le Vent a beaucoup de force pour les faire tourner. Comme il faut que les Ailes regardent le Vent, toute la Machine doit tourner autour de l'Axe K, afin que par le moyen du Lévier PQ, attaché à la Tourrette, on puisse tourner la Machine du côté qu'on veut.

D. Comment se font les Moulins à vent *Moulins à* qu'on emploie ordinairement en Hollande, vent de & qui sont aussi beaucoup en usage dans la Hollande, *&c.* Xaintonge & dans le Poitou?

R. Ils se font de la manière suivante.

Elevez une Tour en pierres jusqu'au *Fig. 2.* Toit, qui ne doit pas être fixé de façon qu'il ne puisse tourner. Faites passer par le Toit un Cilindre, auquel soient attachées quatre Ailes telles que celles de la *Figure* précédente. Attachez fixement à ce Toit, une Poutre qui sorte en dehors jusqu'à B. Ajoutez-en une autre AD au bout de la première, de façon qu'elle descende directement jusqu'à la Platte - forme bâtie autour du Moulin. Joignez encore la Poutre AD à une autre FC, qui doit être aussi fermement attachée au Toit au-dessus de C. Plantez des Crochets de fer d'espaces *en*

Planche V.  
Fig. 2.

en espaces sur la Platte-forme, G, G; puis ayant ajusté un Cable au bout de ces Solives A, F, vous les ferez passer par un de ces Crochets G, G, & par le moyen d'un Cabestan mobile vous ferez tourner le Toit.

Manière  
de faire  
tourner le  
Toit de ces  
Moulins.

D. Comment fait-on tourner le Toit de ces Moulins?

R. On fixe un Anneau de fer cannelé tout autour du haut de la Tourrette, au fond duquel on insère, d'espaces en espaces, des Poulies de laiton, dont une partie de la circonférence doit sortir un peu de la cannelure, sur laquelle on ajuste enfin un autre Cercle de fer, comme le premier, & sur ce second on élève le Toit.

Moulins  
à eau.

D. Qu'y a-t-il de plus important à remarquer touchant les Moulins à eau qui servent à moudre le Blé, & quelles sont les principales pièces dont ils sont composés?

R. Les Moulins à eau sont ou à demeure & posés sur le courant des eaux, ou mobiles & placés sur des Bateaux. Ceux-ci ont la Roue directement opposée au fil de l'eau & au courant le plus vif. Pour faire aller ceux qui sont stables, on retient l'eau, & on la laisse tomber dans un Canal sur les Aubes de la Roue. Les forces de cette eau augmentent comme sa vitesse, & sa vitesse comme le quarré des espaces parcourus.

Leurs pièces.  
Fig. 3.

Voici les principales pièces d'un de ces Moulins à eau. La Roue, *a*, vue de profil, avec ses Aubes *ccc*. Elle a environ 16 pieds de diamètre, en comptant jusqu'à la moitié des Aubes. L'Arbre ou Essieu, *b*, long environ de 18 pieds, & de 18  
pouces

pouces de diamètre. Les Aubes, *c c c*, ou *planche V*,  
 planches posées de chan à la circonférence *Fig. 3.*  
 de la Roue, pour recevoir l'impulsion de  
 l'eau. Les Tourillons, *d*, qui soutiennent  
 l'Arbre; ils ont un pouce & demi de dia-  
 mètre. Le Rouet, *e*, qui a 4 pieds de  
 rayon, & 48 Chevilles implantées perpen-  
 diculairement au plan de sa circonférence,  
 pour engréner dans les Fuseaux de la Lan-  
 terne. La Lanterne, *f*, environ d'un pied &  
 demi de diamètre, composée de 2 Pla-  
 teaux qui la terminent en haut & en bas,  
 & de 9 Fuseaux qui forment son contour.  
 Elle est traversée par l'Axe de fer, *g*, qui  
 s'appuie de sa pointe sur la pièce de bois,  
*b*, & soutient la Meule supérieure. Cette  
 pièce d'appui se nomme le Palier. Le  
 Tambour, *i*, où les Meules sont enfer-  
 mées.

On voit encore une partie de ces mêmes  
 pièces, mais autrement disposées dans la  
*Figure 4.* Le plan de la Roue, *A*. Les *Fig. 4*  
 Aubes *CC*. La Vanne, *D*, porte de bois  
 qui se hausse pour laisser passer l'eau, &  
 s'abaisse pour l'arrêter. L'eau, *E*, retenue  
 à une hauteur convenable, pour gagner par  
 sa chute dans le Bassin ou Canal *F* une im-  
 pulsion plus forte contre les Aubes infé-  
 rieures qu'elle y rencontre, & qu'elle en-  
 traîne avec le rayon qui fait jouer l'Arbre.

La *Figure 5* représente un Moulin à *Première*  
 vent, pour moudre le Blé, sans aucune *ébauche*  
 proportion observée dans les pièces. Les *d'un Mou-*  
 Ailes *ABCD*. Le Rouet, *E*. La Lan- *Fig. 5.*  
 terne, *F*. L'Axe, *G*. Le Palier, *H*. La  
 Meule supérieure ou tournante *I*, suspendue  
 en équilibre à l'Axe de fer. La Meule gi-  
 tante ou immobile, *K*.

Planche V.

Fig. 6.

Moulin à bras.

La *Figure 6* représente un Moulin à bras. Le Levier, A, où l'on applique le Moteur, qui est ou un seul Homme ou plusieurs, ou un Cheval, ou un Bœuf, &c. Ce Levier peut être double, ou quadruple, pour faire aller plusieurs Moulins ensemble. Le Rouet B, posé horizontalement avec ses Chevilles implantées extérieurement & à la circonférence des Jantes. La Lanterne, C. Le Palier, D. L'Axe de fer, E. Le Tambour, F, où sont les Meules.

Diverses pièces des Moulins à Blé.

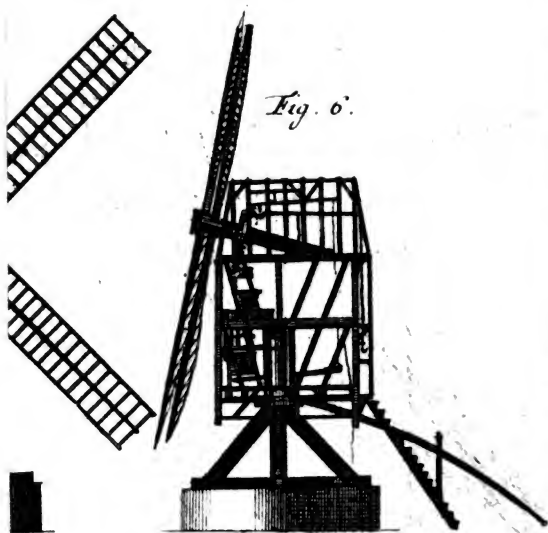
Fig. 7.

La *Figure 7* fait voir diverses pièces des Moulins à Blé, qui n'ont pu être bien représentées dans les Figures précédentes, savoir : La Trémie, A, où l'on jette le Blé. L'Auget, ou petite Auge inclinée, B, pour recevoir le Blé qui s'échappe de l'orifice inférieur de la Trémie, & pour le conduire dans l'ouverture de la Meule supérieure. L'Axe de fer, C, qui étant quarré à la rencontre de l'extrémité de l'Auget, ne sauroit faire une révolution sans heurter de ses 4 coins contre l'Auget, qui recule au passage de chaque angle, & retombe 4 fois sur autant de surfaces plates qui sont entre les coins de la Barre. Ces secousses déterminent le Blé de l'Auget à se glisser entre les Meules, & successivement celui du bas de la Trémie à s'écouler, n'étant plus soutenu. La Meule tournante, D. La Meule gifante, E. Le Palier, F.

La Lanterne, l'Axe de fer, & la Meule supérieure tiennent ensemble, & marchent de compagnie; l'Axe traverse la Meule inférieure, & y joue librement. Il y a une légère distance entre les deux Meules. Les Meuniers sont maîtres de rapprocher plus ou moins







moins les deux Meules, selon qu'ils veu Planche V.  
lent moudre gros ou fin. Le Palier, F, est Fig. 7.  
une pièce de bois d'un demi-pied de lar-  
geur & de 5 pouces d'épaisseur, sur 9 pieds  
de longueur entre ses deux appuis. La  
Meule étant du poids de quatre mille li-  
vres ou un peu plus, la Lanterne & l'Axe  
de fer de plus de deux cens, c'est une né-  
cessité que le Palier fléchisse dans sa lon-  
gueur sous un pareil fardeau, & fasse un arc  
concave.

Dans la Planche VI, *Figure 1.* vous vo- Différens  
yez le Moulin à Vent avec ses Ailes vé- Plans du  
tues. Ce Moulin, de même que la plu- Moulin à  
part des pièces précédentes & des suivan- Vent.  
tes, a été dessiné par Mr. Léandre, Artiste Planche  
Suédois, envoyé en France par la Cour de VI.  
Stockholm pour y lever les Plans des Ma- Fig. 1.  
nufactures & des plus beaux Etablissements.

La *Figure 2* représente le Plan du Fon- Fig. 2.  
dement, avec la Montée & la Queue du  
Moulin.

La *Figure 3* fait voir le Plan du second Fig. 3.  
Etage, qui porte les Meules & la Tré-  
mie.

La *Figure 4* représente le Plan du troi- Fig. 4.  
sième Etage, où pose l'Axe des Ailes avec  
le Rouet.

La *Figure 5* représente la Carcasse du Fig. 5.  
Moulin à Vent, vue de face.

La *Figure 6* représente le Moulin à Vent Fig. 6.  
vu de profil.

Dans ces deux dernières *Figures* on dis-  
tingue les trois étages du Moulin à vent.  
Sous le premier est l'Attache ou cette puis-  
sante pièce de bois, qui porte tout le corps  
du Moulin, lequel tourne à volonté autour  
d'elle pour présenter les Ailes au vent, se-

lon que le cours en vient d'un côté on d'un autre. La Queue du Moulin avec son Echelle, étant poulée par un seul homme ou tirée à l'aide d'un Tourniquet, suffit pour mettre l'Arbre des Aïles dans la direction du vent. Dans le premier étage, vers le tiers de la charpente du côté des Aïles, on voit l'Attache ou l'Aiguille, qui porte tout, continuée jusqu'au second. Entre cette pièce de support & le devant, est la Huche posée sous les Meules pour recevoir la farine. Dans le second étage est le Cofre aux Meules, la Trémie & la Lanterne au bas du Rouet. Dans le troisième est l'Arbre des Aïles, le Rouet, &c.

**Ce qu'il y a à admirer dans le Moulin à vent.**

On admire entre autres dans cette Machine, 1. le parfait équilibre de la masse du Moulin, qui se soutient & joue en l'air sur un simple pivot; 2. la disposition des Aïles pour recevoir le vent; 3. le rapport de la force mouvante avec la résistance des Meules & des frottemens. La liberté du vol des Aïles dépend de l'inclinaison de l'Axe à l'horizon, & de l'inclinaison de la surface des Aïles à leur Axe.

**Comment on doit calculer l'effet du Vent sur le Moulin.**

Pour calculer l'effet du Vent sur le Moulin, il faut déterminer l'intensité de l'action du Vent sur la surface de l'Aile, ce qu'on ne pourra peut-être jamais faire exactement (a).

**Moulin sur Bateau.**

D. Faites-moi connoître, je vous prie, ce que c'est qu'un Moulin sur Bateau.

R. Celui qui est représenté par les figures suivantes a été dessiné d'après ceux de Paris

(a) On trouve la raison de cette difficulté dans les *Elémens de Physique* de *'s Gravesande*, Tom. I, page 480.



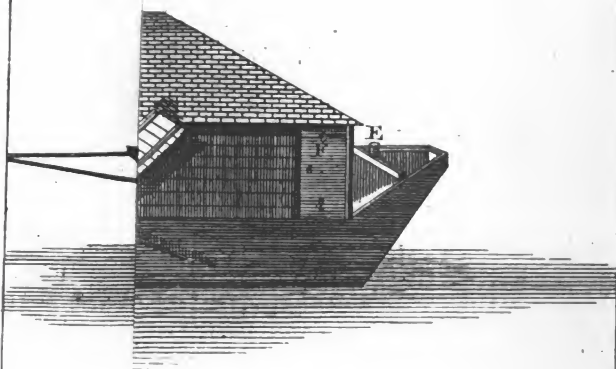
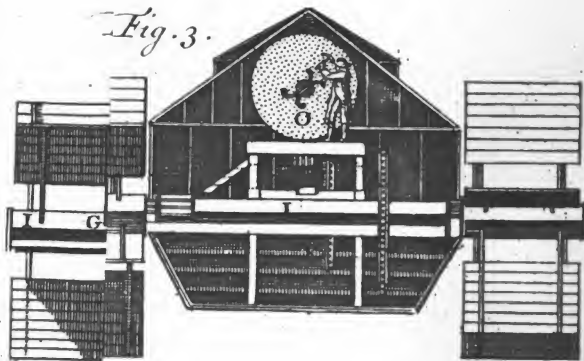


Fig. 3.



Paris. On retrouve encore dans son élévation & dans ses coupes, toutes les pièces du Moulin dont on vient de donner la description; ainsi ces pièces peuvent être reconnues sans être étiquetées. Il y a seulement dans le Moulin sur Bateau une Roue & un Pignon de plus. La Roue est emportée par l'Arbre que font marcher les Volets entraînés par le courant. Cette Roue engrène dans un grand Pignon qui fait aller le Rouet sur la Lanterne destinée à faire marcher la Meule.

La *Figure 1* de la Planche VII représente le Plan d'un Moulin sur Bateau. En voici les principales pièces. Le fond du Bateau, CC. Les Volets, IIII. Le grand Arbre tournant, KK. La grosse Lanterne attachée au petit Arbre aussi bien que le Rouet, M. Le Rouet, N. La petite Lanterne qui conduit la Meule, O. Planche VII.  
Fig. 1.

La *Figure 2* représente la Coupe sur la longueur de ce Moulin. Le bord du fond du Bateau, CC. La Guette, DD. Le Comble, EE. La Fenêtre bâtarde, F. La Bite ou Bouletant, ou pièces d'attache, GG. Le Bouletant, H. Le Fer à Moulin, ou espèce de Pivot qui soutient la Meule, N. Le Rouet cachant la grande Lanterne, O. La petite Lanterne, P. La Trémie, Q. La Sonnette, R. Cette Sonnette est tenue en l'air sans pouvoir sonner par une Cordelette. Quand le Blé est prêt de finir, la Cordelette s'échape, la Cloche sonne, & le Meunier averti se tient prêt pour recharger la Trémie. Fig. 2.

La *Figure 1* de la Planche VIII fait voir l'Élévation d'un Moulin sur Bateau. Les pièces sont les mêmes que dans la Planche VII. Planche VIII.  
Fig. 1.

Planche  
VIII.

Fig. 1.  
Fig. 2.

Bouletans, D D. La Bite, E. La Porte, F.  
Le Pont, G. Les Volets, H H.

La *Figure 2* représente la Coupe sur la largeur. Le Pont, G G. Le grand Arbre, I I. Le Herisson, K. La grande Lanterne, L. Le Rouet, M. La petite Lanterne, N. Le Cofre où on renferme les Meules, O. La Trémie, P. La Corde de la Sonette, Q. La Sonette, R. Le Baille-blé, S. Le Frayon, T. Le couronnement du Béfroï, X. La Huche, Y. Le Cable à lever la Meule, garni de sa Poulie & de son Treuil, Z.

Fig. 3.

La *Figure 3* représente une autre Coupe sur la largeur. Le grand Arbre, I. Le Rouet, K. La Meule supérieure levée pour être piquée, rabillée ou rebattue, O. Ce travail est de tems en tems nécessaire pour rendre la Meule un peu raboteuse dans toute sa surface: en s'usant elle devient unie, & ne peut plus qu'écacher ou aplattir le Blé.

Moulins à  
sier.

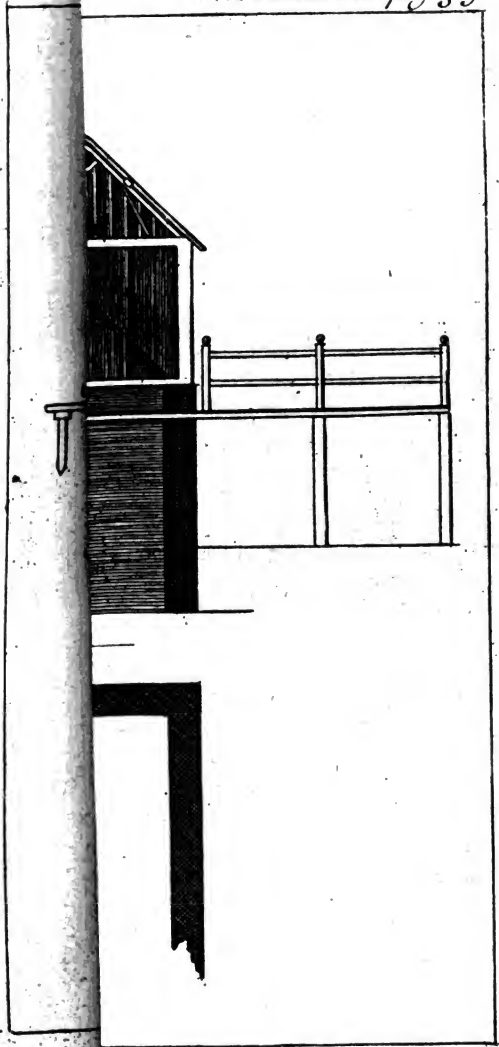
D. Qu'y a-t-il à observer dans les Moulins à sier?

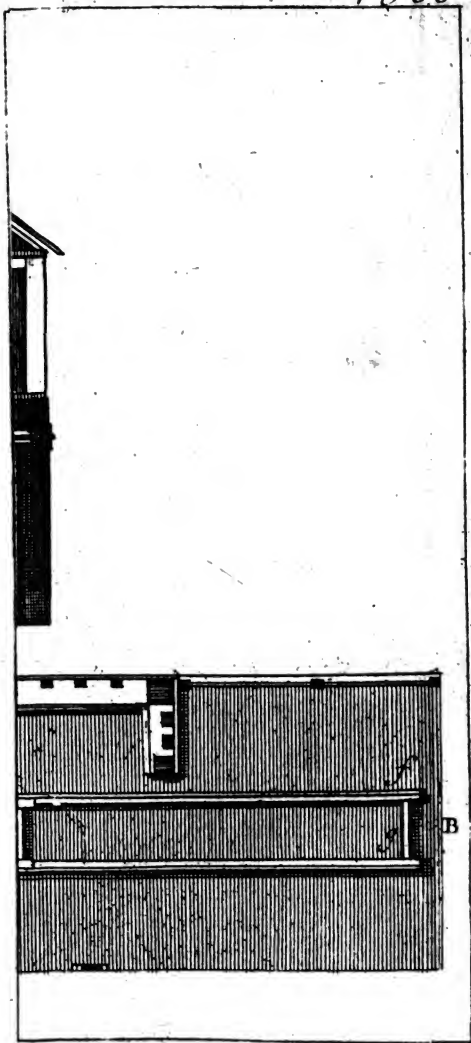
R. On pourra s'en former une idée par l'inspection des pièces marquées dans les Planches IX & X, & que nous allons indiquer. Ces Planches représentent un Moulin à sier, dessiné par Mr. Léandre à la Fere, & justifié sur les Figures de Mr. Bélidor.

Planche  
IX.  
Fig. 1.

La *Figure 1* de la Planche IX représente le Plan de la Cave du Moulin. Les pièces de ce Plan sont: la Roue poussée par une chute d'eau, M N. Le Rouet tournant sur un même Arbre avec la Roue, & engrénant ses dents dans les Fuseaux de la Lanterne P, & dans ceux de la Lanterne R. La Lanterne P, en tournant, fait monter & descen-







descendre une Manivelle coudée, laquelle **Planche** tient à la lame de fer, qui fait pareillement **IX.** monter & descendre la Sie. La Manivelle **Fig. 1.** **Q**, vue d'aplomb. Le coude en devient sensible dans la **Figure 1** de la **Planche X.** La Lanterne **R**, en tournant avec son Effieu ou Rouleau **S**, enroule une Corde qui amène vers la Sie le Chariot où est la pièce de bois qu'il faut sier. Quand ce bois est arrivé à bout touchant, la Corde ne sert plus; & il y a pour lors un autre modérateur, qui règle les mouvemens de la pièce à mesure qu'elle est siée.

La **Figure 1** de la **Planche X** représente **Planche X.** le Profil de la largeur du Moulin à sier. On **Fig. 1.** voit dans cette Figure, la Roue **MN**. Le Rouet **O**. La Lanterne **P**, qui fait aller la Sie **T**. La Chasse **QY**, lame de fer qui tient en-bas par un œillet à la Manivelle, & en-haut en **Y** par un Boulon à l'entretoise inférieure de la Sie. La Manivelle, qui est-ici marquée **Q**, ne tient pas à l'Arbre, mais à la Lanterne **P**. La Lanterne montant & descendant, fait faire un demitour à la Manivelle vers le haut, puis un autre vers le bas. Cette Manivelle joue dans l'œillet de la lame de fer, & la fait non seulement monter & descendre, mais aller & venir d'un côté, puis de l'autre, comme elle fait elle-même. La Sie **T**. Le Chassis qui porte la Sie **VX**, & qui glisse en montant & descendant dans des Coulißes. La Roue **Z**, qui règle les mouvemens du Chariot.

La **Figure 2** représente le Plan du Mou-**Fig. 2;** lin vu au rès de chaussée. On y remarque le Plancher **AB**. Les deux Coulißes **ff**, **gg**, dans lesquelles entrent les Brancarts

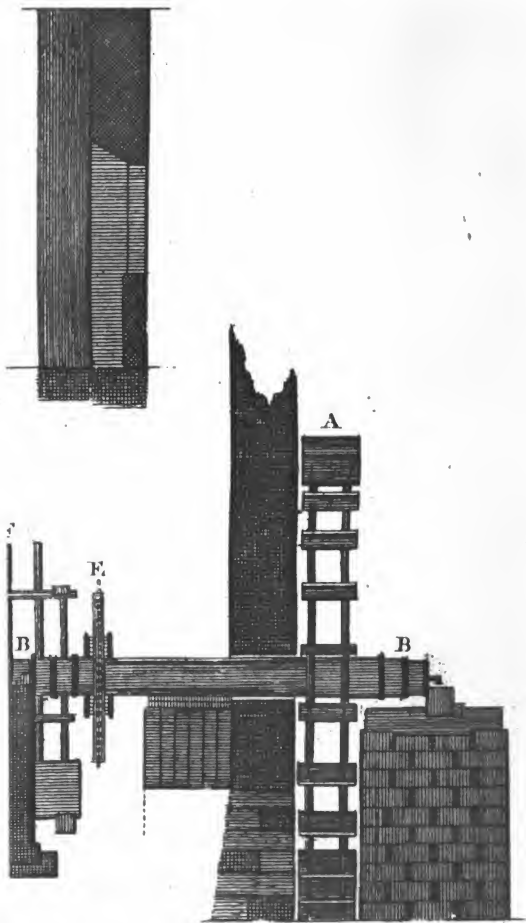
Planche X. du Chariot qui porte la pièce à fier, afin  
Fig. 2. que cette pièce non seulement avance comme le Chariot, mais ne puisse vaciller ou s'écarter : d'où il arrive que la Sie travaille toujours sur une même ligne.

Planche  
IX.  
Fig. 2.

Les pièces de la *Figure 2* de la Planche IX sont, le Rouet O. La Lanterne R, qui fait filer sur son Rouleau la Corde attachée au Chariot. Le Chariot *rr*, portant la pièce de bois qu'il faut fier. La Lanterne P, qui fait aller la Manivelle & la Lame attachée à la Sie. La Chasse, ou Lame de fer, QY. La Sie T, plus large en-haut qu'en-bas. La Verge de fer *cb*, tenant d'une part par un Boulon à l'entretoise supérieure de la Sie, & d'autre part à un Levier mouvant qui monte & descend comme elle. Le Levier mouvant *ac*, uni en équerre avec le bras *g*. Le Bras, ou pièce de bois *g*, allant & venant sur un Goujon, six pouces au-dessus de son union avec le Levier *ac*. La Hampe, ou Manche de bois *de*, qui porte à son extrémité *e* un Fer, épatté en pied de Biche, pour entrer dans les dents de la Crémaillère. La Crémaillère, ou Roue Z, portant 384 crans ou dents crochues, comme sont celles des Crémaillères. L'Axe de cette Roue fait tourner deux petites Lanternes, dont les Fuseaux au nombre de huit engrènent dans les dents qui bordent le dessous des Brancarts du Chariot. Si la Crémaillère avance, il faut que le Chariot avance & la pièce de bois pareillement. Si la Roue Z s'arrête, la pièce de bois cesse d'avancer. Aujourd'hui il est d'usage, au lieu du Bras mouvant *g*, d'employer un Essieu tournant sur deux Tourillons.

On





On tire de grands avantages de ces Mou-<sup>Avantages</sup>lins à sier. On prétend qu'en une heure<sup>des Mou-</sup> de tems ils peuvent partager en deux piè-<sup>lins à sier,</sup> ces une Solive raisonnablement épaisse, que deux forts Sieurs auroient de la peine à expédier en quatre & cinq fois plus de tems.

D. Quelles sont les Machines qui en-<sup>Moulins à</sup>trent dans la composition des Moulins à<sup>poudre,</sup> poudre?

R. Les principales se trouvent représentées dans les *Figures* 1 & 2 de la Planche XI & dans la Figure de la Planche XII. Nous allons les indiquer.

La *Figure* 1 de la Planche XI fait voir le<sup>Planche</sup> Plan de la Roue & des Lanternes. On distin-<sup>XI.</sup>gue dans cette Figure, la Roue A, poussée<sup>Fig. 1.</sup> par une chute d'eau. L'Arbre de la Roue B. Les deux Lanternes CD, tournant chacune avec leur Arbre propre. Le Rouet E, emporté par l'Arbre de la grande Roue, & engrénant ses dents entre les Fuseaux des Lanternes, qu'il fait tourner l'une dans un sens, l'autre dans un autre.

La *Figure* 2 représente le Profil de la<sup>Fig. 2.</sup> Roue & du Rouet. Les pièces de cette Figure sont, la Roue A. L'Arbre de la grande Roue BB. L'Arbre de la Lanterne C. La Lanterne D. Le Rouet E, de devant lequel on a ôté ici la Lanterne. Les Pylons FF. Les prisons des Pylons GG. Ce sont deux pièces de bois percées d'autant de trous qu'il y a de Pylons, pour les assujettir dans le même alignement, en montant & descendant. Le dehors des Mortiers H.

La *Figure* de la Planche XII repré-<sup>Planche</sup>sente le Plan de toute la Machine. On y<sup>XII.</sup> voit

Planche  
XII.

voit la Roue A. L'Arbre B. Les deux Lanternes CD, chacune avec son Arbre propre, ici appelé Hérifson. L'Axe qui fait tourner chaque Lanterne, se nomme Hérifson, parce qu'il est environné de douze petites pièces de bois en faillic. Ces pièces se nomment Levées, parce qu'elles sont destinées à lever les Pilons. Elles les accrochent par la rencontre d'une autre pièce de bois attachée latéralement à chaque Pilon. Ces Attaches se nomment Mentonnets. Le Rouet E. Les Prisons des Pilons GG. Le fond des Mortiers HH.

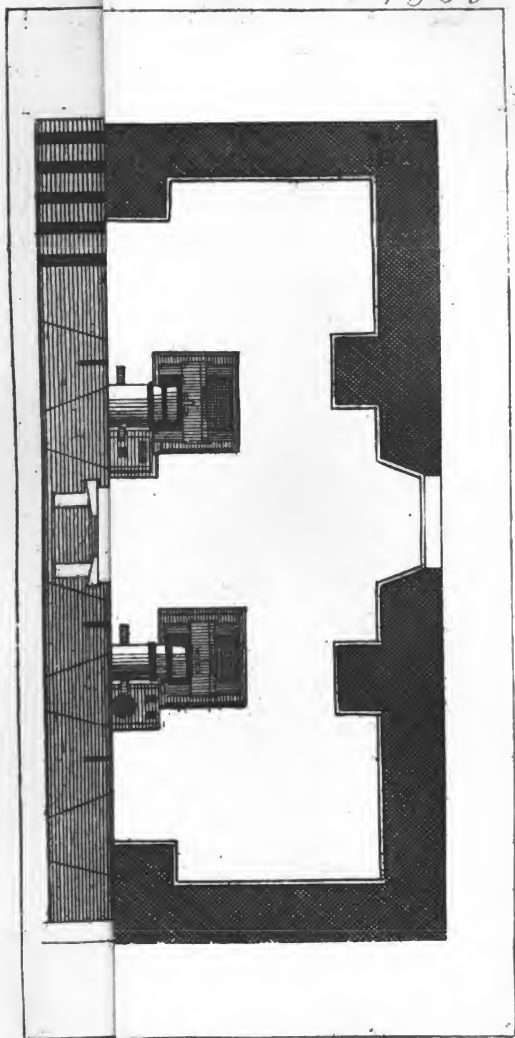
Composi-  
tion de la  
Poudre à  
canon, &  
comment  
elle se fa-  
brique  
dans les  
Moulins à  
poudre.

D. De quoi la Poudre à canon est-elle composée, & comment se fabrique-t-elle dans ces Moulins?

R. Cette Poudre est composée de Salpêtre, de Soufre, & de Charbon. Le Charbon doit être de bois de Bourdaine, qui est un bois foible, qu'on trouve communément dans les Taillis, & qui meurt après avoir pris deux ou trois pouces d'épaisseur. Le Soufre doit être bien épuré. Le Salpêtre est le Sel qu'on tire par différentes cuites ou lessives, de plusieurs sortes de pierres brisées, des platras ou décombres provenans de tous les vieux bâtimens, sur-tout des Caves, & généralement des terres qui ont séjourné dans les Bergeries, Ecuries, Colombiers, & autres places où se rassemblent les égouts des fumiers, les écoulemens des Manufactures, les urines, & tous les Sels provenus des Animaux.

Ces trois matières pulvérisées à part sont ensuite incorporées en une masse d'un poids déterminé, dont le Salpêtre fait les trois quarts, le Soufre un demi-quart, & le Charbon, l'autre demi-quart. Le Soufre sert  
à al.







à allumer le tout. Le Charbon en empêche la prompte extinction. Le Salpêtre en fait la force. Ce que nous savons de l'action terrible de la Poudre à canon est extrêmement borné.

On fait l'incorporation de ces trois Matières dans les Mortiers du Moulin à l'aide des Pilon & de l'arrosage. Le Mortier est une pièce de bois creuse pour recevoir vingt livres de pâte de la composition qu'on vient de dire. Il y a 24 Mortiers à chaque Moulin. On y fabrique à la fois & en un jour 480 livres de poudre, en arrosant chaque Mortier de deux livres d'eau, lorsque l'arrosage précédent commence à se consommer. La pâte battue trois heures de suite passe d'un Mortier dans un autre. Le fond du Mortier est percé & tamponné d'une Bonde ou morceau de bois en forme de cône, pour recevoir les coups du Pilon, & pour conserver plus longtems le Mortier. Le Pilon est une pièce de bois de dix pieds de haut, sur trois pouces & demi de largeur, armée par bas d'une pièce ronde de métal. Le Pilon pèse 65 livres.





## CHAPITRE XXXIV.

*De l'Attraction Newtonienne & de la  
Répulsion.*

**D.** Qu'est-ce que l'Attraction?  
**R.** C'est cette propriété de la matière, par laquelle toutes ses parties tendent l'une vers l'autre.

ses effets. D. Comment prouve-t-on cette propriété?

R. Par les phénomènes de la Nature. Suivant les Newtoniens l'Attraction opère la chute des Corps, le flux & le reflux de la Mer, les phénomènes astronomiques, l'ascension de l'eau dans les Tubes capillaires, la réfraction & la réflexion de la Lumière, les effets chimiques, & une infinité d'autres.

Regardée D. Comment devient-elle la cause des  
comme la phénomènes astronomiques?

R. Dans ce Syſtème, la Terre & la Lune tournent autour du Soleil, parce que le Soleil les attire l'une & l'autre; mais la Terre ayant plus de maſſe que la Lune, & étant beaucoup plus près de cette Planète, que le Soleil, force la Lune à tourner autour d'elle, par la ſupériorité de ſon Attraction. Comme cette Attraction eſt toujours ſuppoſée réciproque, la Terre en gravitant vers le Soleil, fait graviter le Soleil vers elle, & le Soleil & la Terre s'attirent réciproquement l'un l'autre, en raifon directe de leurs maſſes; mais ils s'avancent l'un vers

vers l'autre en raison inverse de ces mêmes masses, & le chemin que la Terre fait vers le Soleil, est au chemin que le Soleil fait vers la Terre dans le même tems, comme la masse du Soleil est à la masse de la Terre.

D. Expliquez-moi comment cette Attraction élève l'eau dans les Tubes capillaires. Et de l'élévation de l'eau dans les Tubes capillaires.

R. L'eau monte dans les Tubes, parce que l'Attraction des parties d'un Tube est plus puissante sur l'eau, que l'Attraction mutuelle que les parties de l'eau exercent les unes sur les autres.

D. Mais pourquoi le Mercure ne monte-t-il pas aussi dans les Tubes?

R. A cause de la densité de ses parties, dont l'Attraction mutuelle est supérieure à celle du verre.

D. Quel jugement doit-on porter de cette propriété de la Matière, n'est-ce pas une espèce de qualité occulte, n'est-ce pas un phénomène dont il faut chercher la cause?

R. Mr. de Maupertuis n'a pas cru devoir prononcer sur une question qui partage aujourd'hui les plus grands Philosophes : il se contente de justifier Newton contre ceux qui l'accusent de faire renaître la doctrine des qualités occultes; & il fait voir que plus on détaille, plus on approfondit son Système, & plus il paroît confirmé.

Mr. l'Abbé Nollet n'est point du tout partisan de cette Hypothèse Newtonienne. De Mr. l'Abbé Nollet. Sans entreprendre de l'attaquer ouvertement, il donne assez à connoître qu'elle n'a pas plus de prérogative que celle de l'Impulsion, & il prouve même son insuffisance par un assez grand nombre de phénomènes. Il croit que cette tendance réci-

proque des Planètes les unes vers les autres pourroit bien être primitivement l'effet de quelque impulsïon physique; &, comme Newton n'a jamais ôsé prétendre le contraire, il ne voit pas sur quel fondement ses Disciples voudroient convertir l'Attraction de fait, en Vertu inhérente, en Attribut primitif, en nouveau Principe.

De Mr. Mr. l'Abbé Pluche, dans son *Histoire du*  
l'Abbé Pluche. Ciel, Tome II, p. 316. expose aussi fort au long les principales objections qu'on peut former contre l'Attraction.

Siles effets de l'Aiman viennent de l'Attraction. D. Les phénomènes surprenans qu'on remarque dans l'Aiman, ne sont-ils pas produits par l'Attraction?

R. C'est ce que prétendent quelques Philosophes; mais ces phénomènes pourroient bien être l'effet de quelque autre propriété de la Matière.

Loix de l'Attraction, elle se change en Répulsion. D. Quelles sont les Loix de l'Attraction?

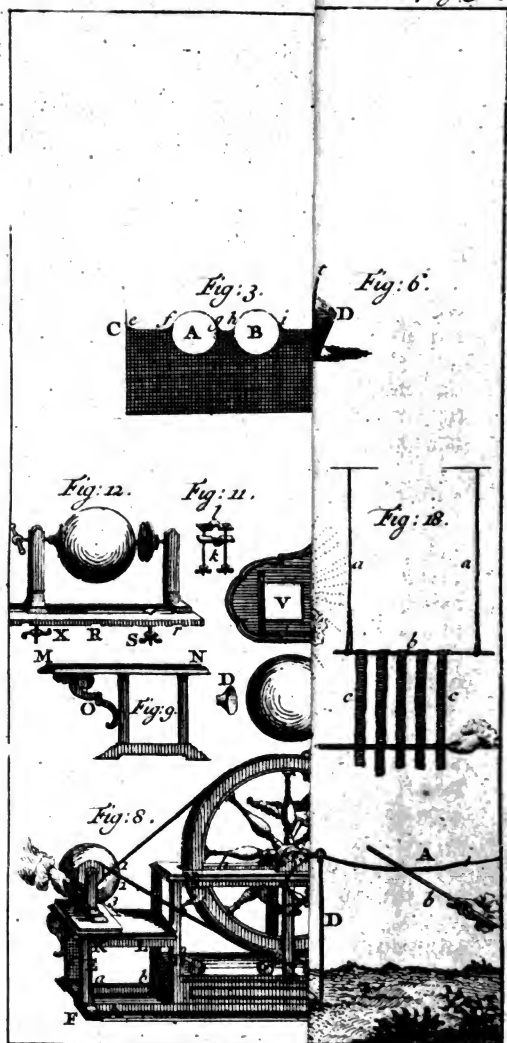
R. On remarque que l'Attraction des particules dont les Corps sont composés, observe constamment les Loix suivantes; d'être très grande quand les particules se touchent; de diminuer très vite, de manière qu'à la plus petite distance qui puisse tomber sous les sens, elle cesse d'agir; jusques-là qu'à la plus grande distance elle se change en force répulsive, qui fait que les particules s'entrefuient. On rend raison de plusieurs phénomènes à l'aide de ces Loix.

Expériences qui démontrent l'Attraction. D. Cette Attraction & cette Répulsion peuvent-elles être démontrées par des expériences?

R. En voici quelques-unes qui prouvent, où dont on peut du moins déduire l'Attraction.

La.







La figure sphérique des Gouttes, la cohésion des parties des Fluides, & sur-tout de celles du Mercure, sont, disent les Newtoniens, des preuves incontestables de l'Attraction.

Dans tous les Fluides, deux Gouttes, comme A & B, dès qu'elles se touchent tant soit peu, s'unissent de façon qu'elles ne forment plus qu'une seule Goute F. Planche XIII. - Fig. 1.

Cette Attraction doit être attribuée à une Cause qui agit, ou sur la superficie extérieure de la Goutte, ou sur chacune des petites particules dont la Goutte est composée. On ne sauroit dire que cette Cause agit sur la superficie, à moins qu'on ne suppose une pression égale de tous côtés. Mais il est démontré qu'une telle pression ne sauroit changer la figure de la Goutte.

Dans la Goutte ovale *abcd* les pressions sur les superficies *ab* & *cd* sont plus grandes que les pressions sur les superficies *ac*, *bd*, si la Goutte est également pressée de tous côtés. Cependant la Goutte ne sauroit devenir ronde, à moins que les pressions moindres ne surmontent les plus grandes, ce qui est absurde. Il y a donc une action qui se déploie sur chacune des petites particules, qui les oblige à se mouvoir, à se joindre les unes aux autres, & c'est à ce mouvement qu'on donne le nom d'Attraction. Le mouvement dans la Goutte continue jusqu'à ce que les distances entre les points opposés dans la superficie soient de tous côtés égales, ce qui ne convient qu'à la seule figure sphérique. Fig. 2.

Quant à la Répulsion, elle se fait remarquer dans une infinité d'exemples. Elle se trouve entre l'Eau & l'Huile, entre l'Eau & Exemples qui prouvent la Répulsion.

& tous les Corps gras, entre le Mercure & le Fer, entre les particules de toutes sortes de poussières.

**Expérience à ce sujet.** Plongez un morceau de Fer dans du Mercure, la superficie du Mercure s'abaissera autour du Fer, comme cela se voit en A & en B (*Fig. 4*); & de même que, dans les cas où la Force attractive a lieu, le Fluïde, malgré son poids, est, autour des Fluïdes qui y nagent, au-dessus du niveau (*Fig. 3*.); de même aussi, dans les occasions où la Force répulsive a lieu, les Fluïdes ne remplissent point par leur poids les cavités qui se sont formées autour des Corps qui nagent dans ces Fluïdes.

**Attraction & Répulsion.** C'est à l'Attraction & à la Répulsion qu'il faut attribuer ce qu'on voit arriver à de petites Boules qui nagent dans des Fluïdes. Quand elles attirent le Fluïde, il monte tout autour à une petite hauteur, comme en *f, g, b, i*, (*Fig. 3*); & quand elles le repoussent, il forme des cavités comme en *f, g, b, i*, (*Fig. 4*). Si le Fluïde est attiré par les parois du Vase, il sera plus élevé tout autour contre ces parois qu'au milieu, comme en *e, l*, (*Fig. 3*).

**Force avec laquelle le Verre attire l'Eau.** La Force avec laquelle le Verre attire l'Eau est un phénomène qui mérite d'être remarqué. Soit AB la superficie de l'Eau, dans laquelle on a plongé une partie de la lame de Verre FD. L'Eau est attirée par cette lame, & fait effort pour s'y répandre de tous côtés, comme si elle étoit pressée suivant la direction BD.

Ce mouvement n'agit que les particules qui sont en D, les mouvemens contraires au-dessous de la superficie se détruisant mutuellement. Ainsi quelques particules d'Eau mon-

montent, & entraînent avec elles les particules qui leur sont jointes, ce qui ne cesse que lorsque le poids de l'Eau élevée égale la force qui l'élève, & l'Eau reste à cette hauteur. Que cette hauteur soit D C. L'Eau en C D G n'est soutenue que par la seule force qui élève les particules en C: car quand l'Eau cesse de se mouvoir, les forces avec lesquelles elle tâche de se répandre de tous côtés entre C & D s'entredétruisent: la particule *c*, par exemple, étant poussée en enhaut & en embas avec des forces égales.

La force qui soutient l'Eau, suit donc la proportion de la largeur de la superficie le long de laquelle l'Eau monte, mesurée, à la hauteur qu'elle atteint, sur une ligne parallèle à sa surface; & le poids de l'Eau soutenue suit cette même proportion.

Les Tuyaux Capillaires nous fournissent un bel exemple d'Attraction. Si vous plongez dans l'Eau les petits Tuyaux de verre *tt*, *tt*, *tt*, ouverts à leurs extrémités, l'Eau y monte d'elle-même, & elle y monte à une hauteur d'autant plus grande, que les diamètres des Tuyaux sont plus petits. L'expérience ne laisse pas de réussir, quoique les diamètres de ces Tuyaux égalent la sixième partie d'un pouce.

Dans ces sortes d'expériences, la quantité d'Eau qui est soutenue, est proportionnée à la circonférence de la superficie de l'Eau élevée; & cette circonférence, quand il s'agit de Tuyaux cylindriques, plongés perpendiculairement, augmente ou diminue en même raison que les diamètres respectifs de ces Tuyaux.

CHA-

Planche  
XIII.  
Fig. 5.

Attraction  
dans les  
Tuyaux  
Capillaires.  
Fig. 6.



## C H A P I T R E , XXXV.

*De l'Electricité.*

Ce que  
c'est que  
l'Electricité.

D. QU'est-ce que l'Electricité ?

R. C'est cette propriété qu'ont certains Corps échaufés par le frottement, d'attirer & de repousser alternativement d'autres petits Corps minces & légers, tels que la paille, les chiffons de papier, l'or en feuille, &c.

Histoire  
de cette  
découverte.

D. Quelle est l'histoire de cette découverte ?

R. Les Anciens ne nous ont laissé sur cette matière que des phénomènes, que la Nature & le hazard leur ont fournis sans le secours de l'Art.

Expériences  
de Gilbert.

Gilbert est le premier qui ait fait des expériences sur l'Electricité. Il frota des pierres précieuses de toute espèce, du verre, du mastic, du soufre; & il trouva que toutes ces matières échaufées par le frottement, attiroient de petits Corps légers.

Dans le siècle passé Othon Guerrick trouva que la rotation d'une Globe de Soufre donne à cette sphère la même vertu, que les Anciens ont reconnue dans l'Ambre jaune. Au commencement de ce Siècle Hawksbée inventa une machine, qui, en faisant tourner autour de son axe un Globe de verre creux, lui communiquoit cette même force électrique. Il vit une lumière, qui naissoit sous la main d'une personne, qui ap-

approchoit le Globe, & un bruit sensible accompagnoit ces petits éclairs. Il observa encore, que la rotation de ce Globe faisoit dresser des fils, suspendus à un axe enfermé dans sa cavité, & leur faisoit prendre une direction régulière vers le centre de la sphère.

D. Mr. Gray n'a-t-il pas fait des expériences sur cela ? De Mr. Gray.

R. Il est le premier qui ait électrisé les hommes, en les suspendant sur des cordons de soie, & tenant proche de leurs pieds un Tube de verre électrisé. Il substitua dans la suite à cette situation gênante, une masse de poix, sur laquelle un homme debout touche d'une main le Globe de verre. Il découvrit une autre merveilleuse propriété de la Vertu électrique. L'approche d'un Tube de verre électrisé communique à un cordon de chanvre ou de soie, une force électrique, qui se transporte le long de ce cordon, à la distance de 880 pieds, & va animer à ce prodigieux éloignement une boule d'ivoire, de la même puissance attirante que possède le Tube original.

D. A-t-on poussé encore plus loin ces expériences ? De Mr. du Fay.

R. Mr. du Fay les a répétées & variées presque à l'infini. Il a trouvé que presque tous les Corps sont susceptibles d'Électricité, que l'eau & la glace ne refusent pas même de s'en animer. Il a fait voir que des Corps électrisés s'aident mutuellement dans leur attraction, que d'autres se combattent, & que l'un de ces Corps repousse ce que l'autre a attiré. Il nous apprend que les Corps résineux, verreux, ou cristallins, produisent généralement de la lumière, quand

quand on les frotte dans l'obscurité. Cette lumière a une force sensible, qui ébranle assez les nerfs pour exciter de la douleur. Une personne électrisée ne peut approcher d'un Tube de verre électrisé, sans élançer vers ce Tube une flamme visible, accompagnée d'un petit bruit, comme celui des cheveux qu'on brûle.

Mais si, au-lieu d'un Tube électrisé, la personne elle-même se place sur de la poix, & qu'elle touche un Tuyau de fer électrisé, elle sera alors électrisée elle-même, & conséquemment approchera son doigt de cette personne, fera sortir de la surface de la personne ainsi électrisée, une étincelle accompagnée d'un bruit pétillant, & d'une douleur subite, dont les deux personnes ne s'apperçoivent que trop. L'eau même élance une flamme fort vive, le beurre, la glace, l'esprit de vin font la même chose, à l'approche d'un Tube électrisé. Rien n'arrête cette flamme, elle passe, sans s'affoiblir, à travers l'or & le verre.

Des Philosophes Allemands.

*D* Les Philosophes Allemands n'ont-ils rien ajouté aux découvertes des Anglois & des François ?

De Mr. Haufen.

*R.* Leurs expériences ont répandu un nouveau jour sur cette matière. Mr. Haufen, Professeur en Mathématiques à Leipzig, dit avoir vu un phénomène qu'on n'avoit peut-être pas encore vu, savoir un Tube électrisé, qui attiroit un Récipient de cuivre de seize pouces de diamètre. On doit à Mr. Winkler, Professeur en Langues Grèque & Latine dans l'Université de Leipzig, plusieurs belles découvertes sur l'Électricité. Mr. Bose, Professeur en Physique à Wittemberg, a observé entre autres, que

De Mr. Winkler.

De Mr. Bose.

que les baisers d'une Dame, placée sur de la poix, & électrisée par le moyen d'un Globe de verre, valent des blessures pour la douleur qu'on en ressent. On trouve dans un de ses Mémoires un détail fort curieux de la découverte de la puissance flammifique, dont le Globe électrique arme les Animaux & les Métaux.

Nous sommes encore redevables de quantité d'autres belles découvertes faites sur ce sujet à Mrs. Wheeler, Desaguliers, Schilling, Professeur de Duysbourg, Hausen, 's Gravefande, Ludolf, Médecin Prussien, Daniel Gralath, Krazenstein, Teske, Professeur en Physique à Königsberg, Musschenbroek, Allamand, Kleist, Nollet, Jallabert, Kessler, Bianconi, le Monnier, Watson, Browning, Baker, &c.

*D.* Quelles doivent être les qualités du Tube de verre dont on se sert pour électriser, & comment doit-il être lui-même électrisé?

Quel doit être le Tube qui sert à l'Électrification.

*R.* Ce Tube doit avoir à peu près trois pieds de longueur, un pouce ou quinze lignes de diamètre, & une bonne ligne d'épaisseur. Il peut être fermé par ses extrémités, mais il vaut mieux qu'il soit ouvert au moins par un bout, pourvu qu'on tienne cette ouverture bouchée avec du Liège, ou autrement, afin qu'il ne se salisse point par-dedans, & que l'humidité, n'y entre point.

Les meilleurs Tubes pour les expériences électriques sont ceux de ce verre blanc & tendre, qu'on nomme Cristal; le verre d'Angleterre & celui de Bohême sont excellens. Le verre le plus grossier, celui dont on fait des bouteilles pour mettre le vin, devient aussi fort électrique.

Pour

**Comment** Pour électriser un Tube de verre, un Ba-  
 on électri- ton de Soufre, ou de Cire d'Espagne, il  
 se un Tu- faut le tenir d'une main par un bout, &  
 be, un Bâ- l'empoigner avec l'autre main, pour le frot-  
 ton de ter légèrement, mais un peu vite & à plu-  
 Soufre, ou sieurs reprises selon sa longueur, jusqu'à ce  
 de Cire d'Espagne. qu'il donne des marques d'Electricité. On  
 peut le frotter avec la main nue, si elle est  
 bien sèche, mais si elle est humide, il faut  
 mettre entre le verre & elle une feuille de  
 papier gris sechée au feu. Un moyen sûr  
 de déterminer la vertu électrique à se ma-  
 nifester, c'est de chauffer plus ou moins for-  
 tement les matières qu'on veut électriser,  
 selon qu'elles sont de nature à le souffrir,  
 sans s'amollir ou s'altérer. Le verre s'é-  
 lectrifie beaucoup mieux par un tems sec  
 & froid, que lorsqu'il fait chaud & hu-  
 mide.

**Pourquoi** D. Pourquoi a-t-on substitué au Tube un  
 on a substi- Globe de verre?

**R.** Parce qu'on se fatigue beaucoup à  
 frotter un Tube, étant difficile de soutenir  
 longtems cet exercice. Le Globe de verre  
 a cet avantage, qu'en le faisant tourner sur  
 son axe, on le frotte très commodément,  
 en y tenant seulement les mains appliquées.  
 D'ailleurs, à l'aide du Globe, on pousse les  
 effets de l'Electricité beaucoup au-delà de  
 ce qu'on peut faire avec le Tube.

**Ballon** On peut même substituer aux Globes, à  
 qu'on peut cause de la peine qu'on a à en tirer de bien  
 substituer faits des Verreries, un simple Ballon, de  
 aux Glo- ceux qui servent de Récipient dans les La-  
 bes. boratoires de Chymie, en choisissant le plus  
 épais, & en le garnissant de la manière sui-  
 vante, après en avoir coupé le cou, de telle sorte  
 qu'il n'ait plus que 3 ou 4 pouces de longueur.

**Pre-**



Prenez une Poulie A, qui tiennne à un <sup>Prépara-</sup> morceau de bois creusé pour recevoir le <sup>tion d'un</sup> cou du Ballon B, auquel vous le fixerez <sup>Globe du</sup> avec du mastic. Qu'il y ait au centre de la <sup>Ballon.</sup> Poulie un trou qui communique avec l'in- <sup>Planche</sup> térieur du Ballon, & qui se ferme avec un <sup>XIII.</sup> Bouchon à vis C, de bois dur ou de buis, dans le centre duquel doit entrer la pointe du Tour. Il faut pratiquer 2 ou 3 trous obliques dans le Bouchon, afin qu'il y ait toujours communication libre entre l'air du Vaisseau & celui du dehors. <sup>Fig. 7.</sup>

La Poulie fixée au Ballon, ayez une Calotte de bois D, d'environ 4 pouces de diamètre, & dont la partie concave soit propre à s'appliquer assez justement au Pôle du Globe opposé à la Poulie. Cette pièce doit avoir un centre de bois dur pour recevoir l'autre pointe du Tour. Chauffez alors la partie concave de la pièce de bois, & la partie du Globe où elle doit s'appliquer; enduisez l'une & l'autre de Mastic, joignez-les, puis placez le tout entre les deux pointes d'un Tour, que vous ferez tourner avec la main, à l'aide d'un Support que vous présenterez vers l'Equateur du Globe, jusqu'à ce que tout soit bien centré & fixé par le parfait refroidissement du Mastic.

Ce Globe ainsi préparé doit tourner rapidement sur son axe entre deux pointes, de <sup>Manière</sup> manière que le mouvement de rotation soit <sup>de le faire</sup> assez fort pour vaincre le frottement des <sup>tourner</sup> mains qui appuient sur la surface extérieure du verre, & que les points tiennent à des Piliers ou Poupées assez solides, pour ne pas laisser échaper le Vaisseau tandis qu'on le fait tourner avec violence.

Un

**Roue dont on doit se servir.** Un Tour, & une Roue de 3 à 4 pieds de diamètre, comme on en a dans les Laboratoires, peuvent suffire. On peut même se servir d'une Roue de Coutelier, de celle d'un Cordier, ou même d'une vieille Roue de Carosse, à laquelle on formera une gorge de bois rapportée; & on établira deux Poupées à pointes sur un Tréteau qu'on aura fixé à une muraille. Une des deux pointes doit être une Vis qui fasse son Ecrou dans le bois même de la Poupée, afin qu'on puisse serrer le Globe sans fraper.

**Qualités d'une bonne Machine de rotation pour les expériences électriques.** D. Quelles doivent être les principales qualités d'une bonne Machine de rotation pour les expériences électriques?

R. Elle doit être assez grande & assez forte pour servir à toutes sortes d'expériences. L'Axe de la Roue doit être à une telle hauteur, que l'Homme qui est appliqué à la Manivelle, ne soit pas gêné. La Corde de la Roue doit communiquer immédiatement avec la Poulie du Globe. Le Globe doit être le plus isolé qu'il est possible, parce que les corps voisins absorbent une partie de l'Electricité. Si la Machine peut être portative, c'est un mérite de plus qu'on ne doit pas négliger de lui procurer.

La Machine représentée dans les Figures suivantes, & dont nous allons donner une courte description, peut servir de modèle.

**Description d'une Machine qui peut servir de modèle.** Les deux pièces de bois AB, *ab*, chacune de 7 pieds de longueur, & quarrées sur 3 pouces de face, portent trois Montans C, D, E, *c, d, e*, assemblés haut & bas à 9 pouces de distance l'un de l'autre par des Traverses, dont deux F, G, excèdent de 4 à 5 pouces de chaque côté. Les quatre

Planche  
XIII.  
Fig. 1.

tre

tre Montans longs C, D, *c, d*, portent par Planche en haut deux pièces HI, *bi*, qui ont 4 XIII. pieds, 8 pouces de longueur, & forment Fig. 8. avec les Traverses des Montans une espèce de Chassis qui a en-dedans 4 pieds, 2 pouces de longueur, & 9 pouces de largeur. Les deux Montans courts E, *e*, assemblés par en-haut par une Traverse qui excède d'environ 13 pouces par un côté seulement MN (Fig. 9), portent aussi deux pièces Fig. 8, 9. K, L (Fig. 8), qui s'assemblent dans les 10. deux Montans du Milieu D, *d*. Sur ces deux dernières pièces on établit une Table chantournée (Fig. 10), & pour lui donner plus de solidité, on soutient la Traverse excédente MN (Fig. 9) par une Console O.

Au bas de ce Bâti on peut pratiquer entre les 4 grands Montans, deux fonds, & remplir cet espace par un Tiroir qui servira à placer les instrumens qui dépendent de cette Machine. On élèvera dans le milieu de part & d'autre, un Montant Y Z, Fig. 8. qui empêchera les pièces HI, *bi*, de plier sous le poids de la Roue. Ces deux pièces HI, *bi*, portent au milieu deux espèces de Socles entaillés pour recevoir l'axe de la Roue, & cet axe est soutenu de chaque côté par deux Coquilles de cuivre k, Fig. 11. l. Les bouts de l'axe ont des Manivelles, & le Lévier de chaque Manivelle a environ 10 pouces de longueur.

Les Globes sont montés, comme dans la Fig. 12. Figure 12, entre deux Poupées à pointes, dont celle qui porte la pointe fixe est arrêtée à demeure sur la Tablette; l'autre, qui porte une pointe à vis, glisse dans une rainure à jour, & s'arrête par le moyen d'u-

Planche  
XIII.

Fig. 10, 12.

Mesures à  
prendre  
quand on  
veut faire  
tourner  
deux Glo-  
bes à la  
fois.

Fig. 13.

Moyen de  
frotter  
commodé-  
ment un  
Globe.  
Fig. 8.

ne grosse Vis qui lui sert de queue. La Tablette chargée de son Globe se place sur la Table chantonnée (Fig. 10), sur laquelle elle se meut en avant & en arrière pour tendre la Corde autant qu'il en est besoin : elle est guidée par deux Tringles de bois Pp, Qq (Fig. 10), qui entrent dans les deux entailles Rr; & elle s'arrête par une grosse Vis S, qui traverse la Tablette & la Table: c'est pour cela qu'on a fait la rénure à jour T (Fig. 10), & l'ouverture quarrée V, qui laisse la liberté de tourner l'Ecrou X (Fig. 12) de la Poupée à vis.

Si l'on veut faire tourner deux Globes à la fois, il faut en avoir un second monté comme celui de la Fig. 12, qu'on place sur la même Table (Fig. 10), en faisant passer la Vis S (Fig. 12) par la rénure t (Fig. 10.)

Il est bon que la Corde soit de boyaux, & qu'elle n'excède pas la grosseur d'une médiocre plume à écrire. Elle doit être placée comme dans la Fig. 13.

Pour frotter commodément un Globe, il faut le faire tourner selon l'ordre de ces chiffres 1, 2, 3, 4, de la Fig. 8, & tenir les deux mains nues & bien sèches appliquées vers son équateur, & à la partie inférieure marquée 4. On peut aussi l'électrifier en y appliquant une étoffe, un Coussinet couvert de peau, ou quelque autre chose. La crainte d'être blessé par des éclats de verre, si le Globe vient à se casser en tournant, a peut-être fait imaginer le Coussinet. Cette crainte est fondée, mais avec un peu d'attention & d'habitude on peut, sans beaucoup de danger, frotter les Globes de verre avec les mains. Le Coussinet rend l'E-

l'Électricité trop lente, & ses effets trop foibles. Le verre devient moins électrique lorsque plusieurs personnes appliquent leurs mains au même Globe; il suffit, il est même mieux d'appliquer les deux mains ensemble à un même endroit, que de presser le Globe par deux parties opposées.

D. Ne peut-on pas faire des expériences d'Électricité dans le Vuide?

Expériences d'Électricité dans le Vuide.

R. Oui; & voici comment. Sur la Plaque d'une Machine Pneumatique on établit solidement une Pince à ressort, dont les branches, qui finissent en forme de palettes un peu concaves, sont garnies d'étoffe ou de papier gris, & surmontées d'une petite frange de soie fort claire & un peu longue. On couvre cette Pince d'un Récipient, dont on cimente le bord avec de la Cire mêlée de Térébentine. Ce Récipient est ouvert en sa partie supérieure en forme de goulot, & garni d'une Virolle de cuivre, entre le couvercle & le fond de laquelle il y a plusieurs rondelles de cuirs gras. Le tout est traversé par une Tige de métal bien cylindrique & bien unie, qui peut glisser selon sa longueur & tourner dans les cuirs, sans que l'air puisse passer du dehors au dedans du Vaisseau. Au bout de cette Tige, qui se trouve dans le Récipient, on fixe une Boule de Soufre, de Cire d'Espagne, ou d'Ambre, ou bien on y attache un petit Globe de verre qu'on fait embrasser par les deux coquilles ou palettes de la Pince à ressort. A l'autre bout de la Tige on fixe une Bobine de bois, sur laquelle on fait tourner deux fois la corde d'un Archet, & par ce moyen on fait frotter. autant qu'on le veut, la Bou-

Planche XIII.  
Fig. 14

le de verre, ou de soufre, &c. dans la Pince garnie. Quand on croit que la Boule a été suffisamment frottée, on soulève la Tige qui la porte, pour la dégager de la Pince; &, en l'arrêtant auprès de la petite frange, on verra si elle en attire, ou si elle en repousse les fils, ce qui prouvera qu'elle est électrique. On peut, suivant les différentes vues qu'on a, faire précéder l'évacuation de l'air, ou le frottement du corps qu'on veut essayer d'électrifier.

Quel doit être l'état d'un corps qu'on veut électriser.

Un corps qu'on veut électriser, doit être isolé, ou soutenu avec des supports qui ne partagent que très peu ou point son Electricité, & qui ne la transmettent pas aux autres corps voisins. Le Soufre, la Soie, la Résine, la Poix, & généralement tout ce qui s'électrifie aisément, est très propre à cet effet.

Manière d'électrifier un Homme.

Si un Homme se tient debout sur un Gâteau de Résine, de Cire, &c. ou s'il est assis ou couché sur une planche suspendue avec des cordons de soie ou de crin attachés au plancher, on l'électrifiera en lui faisant approcher de fort près la main du Globe qu'on frotte, ou bien en passant près de son corps, un Tube nouvellement frotté.

Planche XIII.  
Fig. 15.

Il y en a qui emploient une espèce de Chassis garni d'un réseau fait de cordons de soie, sur lequel on fait monter la personne qu'on doit électriser; & pour soutenir horizontalement des corps d'une certaine longueur, on emploie des doubles Fourches qui portent des cordons de soie tendus, & dont les pieds haussent & baissent suivant le besoin (a).

Les

(a) Cette invention est du P. Gordon, Bénédictin.

Les Gâteaux de Résine ou de Poix doivent avoir au moins 7 à 8 pouces d'épaisseur, & être assez larges pour appuyer commodément les pieds de la personne qui monte dessus. Comme ces Gâteaux sont sujets à s'écrouler ou à se rompre, quand on marche dessus, on peut les faire d'un mélange de Résine & de Cire la plus commune, à parties égales. Leur surface doit être bien sèche; & la personne qui se tient dessus, ne doit toucher à rien de ce qui l'environne. Si c'est une Dame, sa robe doit être autant élevée que ses pieds au-dessus du plancher.

Pour soutenir la Barre de fer A au-dessus du Globe B, quand elle est fort pesante, on peut se servir de deux Cordons de soie, CC, qui embrassent des Poulies DD fixées au plancher, & dont les bouts soient à portée de la main, pour faire monter ou descendre la Barre qu'ils portent.

Quand les Barres sont minces *a*, on peut les soutenir avec un Suport portatif, d'où l'on fait pendre deux fils de soie *b*, *b*, qui s'allongent ou s'accourcissent par le moyen de deux Chevilles.

Quand un Corps est fortement électrique, il en donne des marques très sensibles, soit en attirant d'une distance assez considérable les corps légers qu'on lui présente, & en les repoussant avec vivacité, soit en jettant de la lumière par quelque endroit de sa surface. Les fils de Soie, le poil des Animaux, les petites Plumes, sur-tout le Duvet,

dictin Ecoffois, Professeur de Philosophie à Erfort. Voyez *Phænomena Electricitatis exposita ab Andrea Gordon*.

vet, les feuilles de Métal, sont attirés & repoussés plus vivement que la plupart des autres matières par un corps électrique.

Manière  
d'électri-  
fer par  
communi-  
cation.

Voulez-vous électriser un Corps par communication, un Animal mort ou vif, une Plante, du Bois, des feuilles de métal, un fil, &c. ; suspendez ce Corps à un fil de soie, ou posez-le sur un appui ; approchez-en fort près, à plusieurs reprises, un Tube de verre fortement électrisé, & l'Électricité de ce Tube se communiquera de manière que le Corps suspendu ou soutenu attirera & repoussera les petites feuilles de métal qu'on lui présentera.

Ces expériences se font plus commodément & avec plus de succès, lorsqu'au lieu d'un Tube on se sert d'un Globe de verre pour communiquer l'Électricité. Alors si le Corps, qu'on veut électriser, a une certaine longueur, on le suspend avec des Cordons de soie, comme dans la *Figure 16*, A, C, C, & dans la *Figure 17*, a, b, b.

Planche  
XIII.  
Fig. 16 &  
17.

Fig. 16.

Si c'est une Liqueur qu'on veuille électriser, on la place dans une Capsule de verre, dans une Jatte de fayence, de porcelaine, &c. E; & l'on fait plonger dedans un fil de métal F, qui pende au bout d'une Verge de fer A, dont l'autre extrémité répond au Globe B.

Comment  
on fait ces-  
ser l'Elec-  
tricité.

Un Corps électrisé cesse ordinairement bientôt de l'être, quand on y touche avec la main, ou avec tout autre Corps non électrique.

Quand un Corps est électrique il attire & repousse en même tems différens corpuscules ou le même successivement.

Les Ru-  
bans noirs  
attirés plus

Il y a des matières sur lesquelles l'Électricité a plus de prise que sur d'autres. Suf-  
pen-



pendez avec deux fils de soie *a, a*, une Ba  
guette de bois *b*, à laquelle vous attache-  
rez des Rubans de diverses couleurs *c, c*,  
mais de mêmes largeur & longueur, afin  
qu'ils soient tous à peu près de même poids.  
Approchez-en environ à un pied de distance,  
un Tube de verre électrisé *d*, & vous  
verrez les Rubans noirs attirés & repoussés  
de plus loin, ou plus fortement que les autres.

Plusieurs expériences semblent faire voir  
que la matière électrique sort du Corps é-  
lectrisé en forme de bouquets ou d'aigret-  
tes lumineuses, dont les rayons divergent  
beaucoup entre eux. La *Figure 17* repré-  
sente une Barre de fer électrisée, hérissée  
de la matière électrique. Si l'on présente  
aux Aigrettes lumineuses enflammées & qui  
en sortent, ou le visage, ou le revers de  
la main, à 5 ou 6 pouces de distance, on  
ressent un petit soufle qui augmente, ou qui  
s'affoiblit, selon que les Aigrettes devien-  
nent plus ou moins foibles, ou qu'on en  
approche à une distance plus ou moins  
grande. Quelquefois ce petit vent se fait  
sentir, sans que l'Aigrette paroisse.

Voici une expérience qui prouve que l'E-  
lectricité peut être portée à une très grande  
distance. Prenez une Corde de chanvre de  
3 ou 4 toises de longueur & à peu près gros-  
se comme une plume à écrire, *A*. Atta-  
chez-la d'une part à un fil de soie, long  
de 15 ou 18 pouces, fixé en quelque en-  
droit. Tendez votre Corde dans une si-  
tuation horizontale, & fixez-là de l'autre  
part à un autre fil de soie, de manière qu'il  
y en ait un bout qui pende & qui porte  
une Orange *B*, une Pomme ou une Boule

Planche  
XIII.  
Fig. 19.

de bois, &c. à quelques pouces au-dessus d'une Table ou d'un Support, sur lequel vous mettrez des fragmens de feuilles de métal *a*. Alors si vous approchez le Tube électrisé *b* en *A*, dans un instant toute la Corde devient électrique, & l'Orange *B* attire & repousse continuellement les petites feuilles d'or.

Cette expérience a réussi avec une Corde de 1256 pieds de France, qui n'étoit électrisée que par un Tube. A quelle distance ne porteroit-on pas l'Électricité, si l'on électrisoit une Corde plus longue avec un Globe de verre! Quand la Corde est fort longue, il faut la soutenir d'espace en espace avec des fils de soie tendus horizontalement entre deux Piquets *C*, *D*. Il n'est pas nécessaire que la Corde soit exactement tendue en ligne droite. Au-lieu de Corde, on peut prendre un gros fil, une chaîne de fer, ou même plusieurs personnes qui se tiennent par la main, & qui sont debout sur des gâteaux de résine.

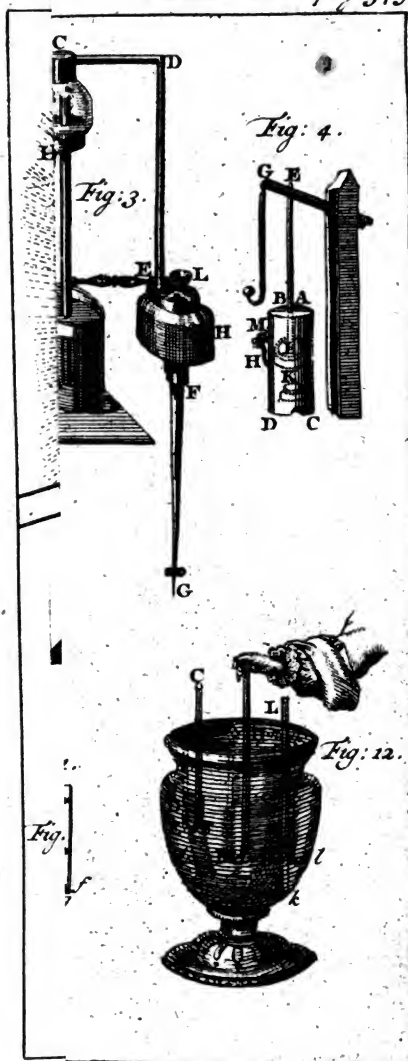
Le P. Frantz a conduit la force électrique à 5300 pieds par le moyen d'une chaîne de fer. A cette énorme distance cette force avoit augmenté au-lieu de diminuer. Mr. Le Monnier a fait une chaîne de tout un Couvent de Chartreux: le choc électrique s'est communiqué à une distance de neuf toises.

L'Électricité portée  
à la distance de  
12276  
pieds.

Mr. Watson (*a*) a mené la force électrique le long d'un fil d'archal à 8000 pieds de distance dans une expérience, à 8382 dans une autre, à 10600 dans la troisième, &

(*a*) Voyez les *Transactions Philosophiques*, an. 1748, n. 485 & 489.





& à 12276 dans la quatrième. Cette distance n'a pas produit le moindre retardement, & l'Observateur placé au bout du fil d'archal a senti la secousse électrique dans l'instant même que le Globe de verre avoit mis la matière électrique en marche. Le Son auroit mis près de 12 secondes à parcourir les 12276 pieds, que la force électrique a parcourus dans un instant.

La matière de l'Électricité pénètre intimement les Corps, elle agit même sur eux avec une force capable de tuer des Animaux. C'est ce que prouve la fameuse expérience de Leyde, attribuée à Mrs. Muffchenbroek & Alamand (a). Voici comme elle se fait.

Électrifiez par le moyen du Globe A, une Verge de fer *b*, ou de quelque autre métal, suspendue par deux fils de soie *c, c*, dans une situation horizontale. Laissez pendre librement un fil d'archal ou de leton au bout de cette Verge le plus éloigné du Globe: tenez d'une main un Vase de verre en partie plein d'eau, dans laquelle plongera le fil de métal suspendu: avec l'autre main essayez d'exciter une étincelle à tel endroit que vous voudrez de la Verge de fer ou du fil de métal qui pend au bout, & qui plonge dans l'eau du Vase. Vous ressentirez une commotion très forte & très subite dans les deux bras, & même dans la

Planche  
XIV.  
Fig. 1.

poi-

(a) Mr. Guetrick prétend que l'honneur de cette découverte appartient à Mr. de Kleist, Doyen du Chapitre de Camin, qui fit l'expérience en question le 11 d'Octobre 1745. L'expérience de Mr. Muffchenbroek n'a été publiée que le 1<sup>er</sup> Avril 1746.

poitrine & dans le reste du corps.

**Oiseau tué** Cette expérience a été variée depuis de  
par l'effet différentes façons, avec des circonstances  
violent de remarquables. Le coup est plus fort quand  
la matière le Globe est plus gros, plus épais, plus  
électrique. frotté, quand le Vase est plus large, quand  
la Barre de fer est plus grosse. En augmentant  
l'effet par ce dernier moyen, Mr. l'Abbé Nol-  
let a tué du second coup un Oiseau; ce qui  
lui fait croire qu'on pourroit blesser quelqu'un  
qui s'exposeroit imprudemment à cette ex-  
périence.

**Accidens** Cette secousse que l'on ressent, & qui  
causés par paroît arracher le bras à celui qui fait l'ex-  
l'effet vio- périence, est assez violente pour ôter au  
lent de l'E- Physicien le plus déterminé l'envie de la  
létricité. réitérer. Elle a effectivement eu de mau-  
vais effets sur quelques personnes. Mr. le  
Professeur Winckler en a eu un saignement  
de nez, des maux de tête, &c. Mr. Freke  
raporte l'histoire d'une personne qui en  
resta paralitique, & on a dit la même cho-  
se dans les nouvelles publiques de Mr. Dop-  
pelmayer. Les petits Animaux en éprou-  
vent un effet beaucoup plus funeste. Des  
Moineaux, des Linottes, de jeunes Rats  
en ont été exterminés sur le champ, & on  
a trouvé dans leur poitrine, du sang extrava-  
sé, sorti apparemment de quelque vaisseau  
déchiré.

La force électrique se conserve dans l'eau  
pendant plusieurs jours, & se laisse trans-  
porter avec la Bouteille ou le Vase. Quand  
on attache au fond de la Bouteille un fil  
d'archal, & qu'on le fait passer par le plan-  
cher d'une Chambre, couvert d'un tapis,  
on a ce que Mr. Watfon appelle la mine  
électrique. Qu'un Homme mette le pied  
sur

sur ce fil d'archal, il en éprouve une secousse énorme qui paroît lui enlever la jambe.

Ce qu'il y a de plus surprenant dans cette expérience, c'est l'immense quantité de Feu électrique qu'elle produit. Un Tube électrisé suffit non seulement pour remplir à saturation quatre ou cinq Bouteilles, mais même pour rendre une Rivière entière électrique. On en a fait l'expérience avec la Pleisse qui traverse la Ville de Leipzig. On a fait descendre dans cette Rivière une Bouteille électrisée à la manière accoutumée, la Rivière entière en a été électrisée; elle a jetté du feu & des flammes, à l'approche d'un doigt non électrisé, à une distance considérable de la Machine.

Au-lieu d'une Barre de fer, on peut électriser un Homme qui ait une main au Globe, & l'autre plongée dans le Vase; il ressentira la même commotion que ceux qui tiennent le Vase & qui tirent l'étincelle. Il faut que le Vase soit bien net, bien sec, & qu'on le touche par l'endroit qui contient l'eau.

Dans cette même expérience, au-lieu de faire tirer l'étincelle à la même personne qui tient le Vase, formez une chaîne de 30 ou 40 Hommes qui se tiennent tous par les mains; ou, si vous n'avez pas assez de monde, faites communiquer un Homme à un autre Homme par une Barre de fer dont ils tiendront chacun un bout; que le premier de la bande tienne le Vase à demi-plein d'eau sous le fil de métal, & que le dernier tire l'étincelle de la Verge de fer. Tous ceux qui participeront à cette expérience, ressentiront en même tems

Rivière  
rendue é-  
lectrique,

Commo-  
tion res-  
sentie par  
une chaîne  
de 30 ou  
40 hom-  
mes, &  
même  
d'un plus  
grand  
nombre.

la commotion qui en est l'effet ordinaire. Cela a réussi parfaitement à M. l'Abbé Nollet avec deux cens Hommes, qui formoient deux rangs, dont chacun avoit plus de cent cinquante pieds de longueur; & il ne doute pas qu'on n'eût le même succès avec deux mille & davantage.

Matière  
appelée  
effluente  
par l'Abbé  
Nollet.  
Planche  
XIV.

Fig. 1.  
Matière  
affluente.

Mouve-  
mens de  
ces deux  
courans de  
matière.

L'Abbé Nollet appelle *Matière effluente*, celle qui s'élance, à ce qu'il prétend, en forme d'Aigrettes, du dedans du Corps électrique, & dont les rayons sont divergens entre eux *a, a, a, a, a, a, a, a, a, a, a, a*. Il nomme *Matière affluente*, celle qu'il croit venir de toutes parts à ce même Corps par des lignes convergentes, *d, d, d, d, d, d*, comme pour remplacer celle qui en sort.

Ces deux Courans de matière, qui vont en sens contraires, exercent leurs mouvemens en même tems. Lorsqu'un Corps léger se trouve dans la sphère d'activité du Corps électrique, il obéit au plus fort des deux Courans électriques, à celui des deux qui a le plus de prise sur lui. Lorsqu'on veut attirer un Corps léger, comme une feuille de métal E, il est chassé vers le Corps électrique par la Matière affluente. Dès que ce Corps léger a touché le Corps électrique, ou qu'il s'en est approché de fort près, il s'électrifie lui-même, devient tout hérissé d'Aigrettes, dont l'atmosphère le met en prise aux rayons de Matière effluente, qui le tiennent alors écarté du Tube ou du Globe électrique, comme en H. Les Aigrettes de Matière effluente ne sont pas régulières ni par le nombre, ni par l'arangement de leurs rayons; quelquefois elles se croisent, comme en G, G.

Mr.



M. Ellicot (a) explique les Attraction & les Répulsions par des exhalaisons qui sortent des corps électrisés, & qui se repoussent les unes les autres : au-lieu qu'elles sont attirées par presque tous les autres corps, & par l'eau même. Les exhalaisons électriques, dont l'eau est alors remplie, se manifestent par le brillant lumineux de l'eau électrisée, & par la force répulsive qui paroît entre ses gouttes.

Un Homme électrisé, qui passe légèrement sa main sur une personne non électri- Comment on fait é-  
que, vêtue de quelque étoffe d'or ou d'ar- tinceler u-  
gent, la fait étinceler de toutes parts, non ne person-  
seulement elle, mais encore toutes les au- ne non é-  
tres qui sont habillées de pareilles étoffes, lectrique.  
& qui la touchent; & ces étincelles se font  
sentir aux personnes sur qui elles paroissent,  
par des picotemens qu'on a peine à souffrir  
longtems.

Suivant Mr. Bose, une personne électri- Eau-de-  
fée d'une certaine manière acquiert une puis- vie allu-  
sance flammifique assez forte pour allumer, mée par u-  
avec l'un de ses doigts, avec sa canne, ou ne person-  
avec le bout de son épée, de l'eau-de-vie ne électri-  
fée. fée.  
qui aura été chauffée. Dès que le doigt  
approche de l'eau-de-vie, il en sort une  
étincelle, qui pétille, & qui va l'allu-  
mer.

La flanelle est fort sujette à produire des  
étincelles, sans qu'on y excite d'électricité.  
C'est aussi ce qui arrive au poil des Chats,  
& des cheveux de plusieurs personnes, dont  
on a vu sortir des exhalaisons lumineuses-  
Mr.

(a) Dans les *Transactions Philos.* an. 1748, n.  
236.

Mr. Hales a remarqué (a) que les étincelles électriques du fer sont d'une blancheur argentée; celle de l'airain, vertes; & celles qui sortent d'un œuf, jaunâtres. Cela semble pouvoir que l'élément électrique qui sort d'un corps, se charge de quelques parties qui lui sont propres.

**Feu qu'on fait sortir d'un tas de pierreries, ou de vaisselle d'argent.**

Un Homme électrisé touche-t-il de la main un tas de pierreries ou de vaisselle d'argent; on en voit sortir du feu de tous côtés. C'est le feu d'artifice le plus brillant qu'on ait jamais vu. La flamme est bleuâtre, quand elle sort de la peau, sa pointe est rouge: elle est plus blanche en sortant de l'argent.

**Moyen d'électrifier une personne de manière à entourer tout son corps de la flamme électrique.**

A l'aide de plusieurs Globes d'un grand diamètre, de Caisses de poix plus grandes que de coutume, & de certains moyens employés par Mr. Bose, on peut électriser une personne d'une manière tout-à-fait digne d'admiration. Peu à peu une lueur dorée s'élève de la poix, & nage autour des pieds, comme une espèce de galon; elle s'élève jusqu'aux genoux, & gagne enfin la tête. Alors toute la personne se trouve environnée d'une gloire, qui représente au naturel, ce Limbe de lumière dont les Peintres ornent les Saints.

**L'Électricité employée avec succès dans la Paralyse.**

L'Électricité a été employée avec succès dans la paralyse. On a lu dans une des Assemblées de la Société Royale de Londres, une relation bien attestée d'Irlande, où l'on assure qu'un homme paralytique depuis plusieurs années, après 15 ou 20 électrifications,

(a) Dans les *Transactions Philos.* an 1748, n. 488.

tions, dont il sentit vivement les coups, se trouva en état de marcher, de porter ses mains à la tête, & de parler, ce qu'il n'étoit pas en état de faire auparavant. Mr. Jallabert a aussi trouvé l'Electricité très efficace contre la Paralyse. C'est M. Krazenstein qui a fait le premier des expériences pour découvrir si elle ne pourroit pas servir à la Médecine.

On a fait voir par des expériences très curieuses que la Lumière électrique allume les corps inflammables, aussi bien que feroit la flamme même. On allume la Poudre à canon, en y mêlant du Camphre ou quelque huile inflammable. La Poudre à canon allumée par la Matière électrique.

Mr. Robert Roche (a) a vu la Laine d'un gros Drap prendre feu sur le corps d'un Malade qu'il avoit fait électriser, & bruler avec une flamme longue de six pouces. Ce phénomène est plus surprenant encore que celui de la Poudre à canon.

On a tiré de la Glace, & même de la Glace artificielle, un feu capable d'allumer l'esprit de vin. Feu tiré de la Glace.

On a appris à électriser les personnes affligées à leur aise, ou couchées même dans leur lit, sans autre précaution que d'empêcher les pieds de toucher du bois, en les plaçant sur des Coussins ou sur des Tapis de laine. Moyen d'électriser les personnes sans beaucoup de précaution.

L'Electricité communiquée à l'Eau, à des Globes électrisés, a duré des 36 heures à Paris, & des jours entiers à Leyde & à Wittenberg. L'Eau électrisée décharge sa force Durée de l'Electricité.

(a) Dans les *Transactions Philosophiques*, an. 1748, n. 487.

force quand on en approche un doigt non électrique.

L'Électricité accélère presque toutes sortes de mouvemens. Des expériences répétées ont appris à Mr. Bose, qu'un Vaisseau qui se vuide par une Fontaine en 8 minutes, se vuideroit en 6 ou un peu au-delà, quand on électrise ce Vaisseau. Cette Fontaine luit dans l'obscurité, & le feu s'y mêle avec l'eau sans perdre son éclat.

Effets de  
l'Électricité  
sur les  
Plantes.

On a éprouvé en Ecoſſe & en Allemagne l'effet que feroit l'Électricité sur les Plantes. Des Myrtes électrisés ont poussé leurs bourgeons avec beaucoup plus de promptitude, que d'autres Arbres de la même espèce & de la même grandeur, placés dans la même Orangerie. La prétendue Rose de Jéricho a ouvert ses branches par la force de l'Électricité. Mr. Browning de Bristol ayant électrisé des Plantes, une flamme pourprée sortit de chacune des feuilles, lorsqu'on approcha le doigt, & elles furent agitées d'une espèce de tremoussement lorsqu'on en arrêta l'Électricité.

Autres effets qu'elle  
produit.

Un Tube électrique attire le bras d'une Balance, & l'élève ou le fait pancher. Des Boules de verre creuses, qui nagent dans l'eau électrisée, suivent un doigt non électrisé.

La Flamme, une Vapeur, une Pomme même qu'un Homme électrisé jette à son voisin, sert de Conducteur à l'Électricité, & la transmet à une autre personne.

Elle accélère le  
mouvement.

L'Électricité accélère également le mouvement du sang de l'Homme, soit que le Sang reste dans les veines, soit qu'il en sorte.

forte par une Saignée; le poul en est ac ment du  
 céléré de 10 ou 15 coups dans une mi- Sang, le  
 nute. Mr. Krazenstein a trouvé que l'E- rend lui-  
 lectricité augmente le nombre des poul- fant, fait  
 de 80 à 96, ce qui fait une différence très sucr.  
 considérable. Mr. l'Abbé Nollet a donné  
 dans une Lettre (a) à Mr. Folkes le précis  
 de ses expériences sur les courans d'eau  
 électrisée. Il a trouvé qu'un courant n'est  
 ni accéléré ni retardé, quand le tuyau dont  
 il sort, a une ligne ou plus de diamètre;  
 que des tuyaux à peine assez larges pour  
 que le fil de l'eau se continue, accélèrent  
 un peu le courant, & plus encore lorsque  
 le tuyau est assez étroit pour que l'eau n'en  
 sorte que goutte à goutte : cette accélération  
 est assez grande pour faire sortir la Liqueur  
 d'un tuyau d'ailleurs trop étroit pour la lais-  
 ser sortir sans l'aide du courant électrique.  
 Le Sang qui sort de la veine d'un Homme  
 qu'on électrise, devient luisant, se sépare  
 en petites gouttelettes, & porte son jet plus  
 loin, à peu près comme l'eau.

L'Électricité met bien des gens en sueur.  
 Mr. l'Abbé Nollet (b) a trouvé qu'elle aug-  
 mente la transpiration des Animaux & des  
 Plantes, & l'évaporation des Liqueurs. Il  
 a cru même s'appercevoir que la végétation  
 des graines en a été accélérée.

Par le moyen de l'Électricité on peut for- Carillon  
 mer un Carillon fort divertissant. Ce Ca- formé à  
 rillon se fait à l'aide de deux petites Clo- l'aide de  
 chettes de métal, entre lesquelles on sus- l'Électri-  
 pend un Timbre. L'une de ces Clochettes cité.  
 n'est

(a) *Transactions Philosoph.* an. 1748, n. 486.

(b) *Ibidem.*

n'est pas plutôt électrisée, qu'elle attire le Timbre: ce Timbre s'électrise au point de contact, dès-lors ils en est repoussé, il frappe l'autre Clochette, il y perd son Électricité, & retourne par l'attraction à la Clochette électrique.

Découverte  
faite par  
Mr. Alaman-  
d.

On connoit depuis longtems les Baromètre lumineux, & l'on fait les hypothèses ingénieuses qu'on a inventées pour en expliquer les effets. Mr. Trembley nous apprend dans une Lettre écrite au Président de la Société Royale de Londres, que Mr. Alaman s'est convaincu que le Tube devient à la fois électrique & lumineux par le frottement du Mercure. Les Corps légers qu'il attire suivent les mouvemens du Mercure. La lumière est fort vive, lorsqu'on frotte extérieurement le Tube, à mesure que le Vif-argent change de place; mais son éclat est plus grand encore lorsque le Tube est vuide d'air. On voit alors des rayons de lumière en remplir toute la capacité, & sortir du métal renfermé.

Exception  
à une Loi  
de l'Élec-  
tricité.

On a adopté assez généralement entre les loix de l'Électricité, que les étincelles électriques ne naissent qu'à l'approche mutuelle d'un Corps électrisé, & d'un autre qui ne l'est pas. Mais Mr. Daniel Galath dans un de ses Mémoires sur l'Électricité, trouve beaucoup d'exceptions à cette loi, & la modifie de cette manière. L'étincelle électrique naît à l'approche d'un Corps disposé à la faire naître, & d'un autre disposé de même, électrisé ou non. C'est ce qu'on prouve par des expériences. Mr. Guernick placé sur une Caisse de poix, & électrisé par un Tube de fer-blanc, a approché sa main

main de ce Tube, & l'étincelle s'est fait voir à l'ordinaire entre le Tube & le doigt ; elle a même été assez forte pour aller allumer de l'esprit-de-vin.

D. Quelle est la matière qui fait l'Electricité, ou qui en opère les phénomènes ? Matière de l'Electricité.

R. Plusieurs Philosophes prétendent que c'est celle du Feu élémentaire. Mais ce n'est encore qu'une Hypothèse, & même une Hypothèse à l'aide de laquelle on ne sauroit résoudre bien des difficultés. Mr. Watson se contente de dire que c'est une matière fluïde, élastique, dont tous les Corps sont remplis, à l'exception de ceux qu'on appelle électriques par eux-mêmes (a).



## CHAPITRE XXXVI.

### *Des Fluïdes, & des Liquides, ou Liqueurs.*

D. QU'est-ce qu'un Fluïde ?

R. C'est en général un Corps qui cède aisément au toucher, dont les parties résistant peu à la division, se meuvent entre elles avec une grande facilité, & se répandent comme d'elles-mêmes. Ce que c'est qu'un Fluïde.

Parmi les Fluïdes quelques-uns se répandent par leur ressort & par leur poids, comme l'Air ; ou seulement par leur poids, Différentes fortes de Fluïdes.  
com-

(a) Son Système sur la Nature électrique mérite d'être lu. Voyez les *Transactions Philosophiques*, an. 1748, n. 485 & 489.

comme un monceau de Sable, sans que leur surface supérieure se mette exactement de niveau; & ce sont-là les Fluides proprement dits.

Ce que c'est qu'un Liquide. *D.* Qu'appellez-vous Corps liquides, ou Liqueurs?

*R.* La Liquidité n'est qu'une espèce de Fluidité; car Fluidité est un terme général qui s'applique à tous les Corps, dont les parties cèdent à la moindre impression.

Différence entre un Fluide & un Liquide. *D.* Quelle différence mettez-vous donc entre un Corps fluide & un Corps liquide?

*R.* Le caractère distinctif des Fluides, c'est que leur surface supérieure ne se met pas exactement de niveau, elle n'observe pas un plan parallèle à l'horizon. La Flamme, par exemple, est un Fluide, parce que sa surface est sans parallélisme. Ses parties sont, à la vérité, extrêmement agitées de bas en haut, & du centre vers la circonférence, mais elles manquent ou du poids, ou de quelque autre circonstance nécessaire pour déterminer leur surface supérieure au niveau. La Fumée, qui s'élève dans l'air, & qui change continuellement de forme, est aussi un Fluide.

On remarque le contraire dans les Liquides. Leur caractère le plus distinctif est de n'avoir d'autre figure, que celle qu'on leur fait prendre dans les vaisseaux qui les contiennent, & de ranger leur plus haute surface dans un plan parallèle à l'horizon. L'Eau, l'Huile, le Mercure, sont des Liquides; & c'est ce niveau & ce parallélisme perpétuel de leur surface, en conséquence de leur poids, & du mouvement que leurs parties ont en tout sens, qui



qui les distingue des Fluides proprement dits, & qui fait le vrai caractère de leur Liquidité.

D. Comment prouve-t-on la réalité du mouvement intestin des Liquides, puisque ce mouvement n'est pas visible. Preuves du mouve-  
ment in-  
testin des  
Liquides.

R. Un des principaux effets qui semble le prouver, c'est la dissolution & la corruption des corps durs, causée par les Liquides. On ne voit aucun mouvement, par exemple, dans de l'Eau-forte qu'on a laissée reposer dans un verre; cependant si l'on y plonge une pièce de Cuivre, il se fera d'abord une effervescence dans la Liqueur: le Cuivre sera rongé visiblement tout autour de sa surface, & enfin il disparaîtra, en laissant l'Eau-forte chargée partout & uniformément de ses parties devenues imperceptibles, & teintes d'un bleu tirant sur le verd de mer.

Ce que les Eaux fortes font à l'égard des Métaux, les autres Liquides le font à l'égard d'autres matières; chacun d'eux est dissolvant par rapport à certains corps plus ou moins, selon la figure, l'agitation, la solidité ou la subtilité de ses parties. Or il est clair que la dissolution suppose le mouvement, ou n'est autre chose que l'effet du mouvement. Il y a donc dans les Liqueurs un mouvement intestin absolument nécessaire pour la dissolution.

Une autre preuve du mouvement intestin des Liqueurs se tire de leur évaporation. Mr. de Mairan a fait voir (a) par des

(a) Voyez sa *Dissertation sur la Glace*, pag. 12, & suiv.

des expériences que ce mouvement doit nécessairement entrer dans l'évaporation de l'Esprit-de-vin, qu'il en constitue la principale partie, & par conséquent qu'il existe. Les mêmes expériences lui ont appris que le mouvement intestin de l'Eau n'est pas moins réel, quoique de beaucoup moins grand, ne faisant pas tout-à-fait la 6me. partie de celui de l'Esprit-de-vin.

L'évaporation des Liqueurs dans le Vuide prouve peut-être encore plus directement leur volatilité propre ou leur mouvement intestin, puisque le Milieu ambiant ou le Vuide, est censé n'avoir pas d'action sensible sur la Liqueur. On peut s'en rapporter là-dessus aux expériences de Mr. Waller, qui ont été faites avec toutes les attentions possibles dans le Vuide le plus parfait de la Machine Pneumatique.

Philosophes qui n'attribuent aux Liquides qu'une simple mobilité.

Il y a cependant des Philosophes, qui se contentent d'attribuer aux Liqueurs une grande mobilité. Ils croient qu'elles n'ont point en elles-mêmes un mouvement particulier qui les rende telles; mais qu'elles sont dans cet état seulement, parce que leurs parties sont extrêmement mobiles entre elles, & se séparent au moindre choc.

Si un Liquide peut devenir un Fluïde, & un Fluïde peut-il pas se convertir en un Liquide? Fluïde, & réciproquement.

D. Un Liquide ne peut-il pas devenir un Fluïde, & un Fluïde proprement dit ne peut-il pas se convertir en un Liquide?

R. Oui. Lorsque les parties d'un Liquide se séparent de la masse totale, il devient un Fluïde, comme on voit qu'il arrive à l'Eau qui se résout en vapeurs. Les Brouillards & les Nuages sont des corps fluïdes, quoique formés de l'essemblage de parcelles liquides.

De même un Fluïde peut devenir un Liquide.

guide, si l'on insère dans les intervalles des parties qui le composent, quelque matière qui les agite en tout sens, & les détermine à se ranger de niveau vers la surface supérieure, à peu près comme il arriveroit à du Sable qu'on jetteroit dans un grand vaisseau plein d'eau bouillante.

D. Qu'appelle-t-on les parties intégrantes d'un Liquide & de chaque Corps? Parties intégrantes d'un Liquide.

R. Ce sont celles qui entrent dans sa composition selon le dernier degré de division actuelle, où elles doivent être pour former un tel Liquide ou un tel Corps, & nullement selon le dernier degré de division possible où elles sont capables d'arriver : car si la matière est divisible à l'infini, les parties intégrantes d'un Liquide ; & celles de tout autre Corps, ont elles mêmes d'autres parties intégrantes qui les composent, & par lesquelles elles peuvent être divisées & subdivisées à l'infini.

D. Pourquoi les Liquides ne se dissipent-ils pas en un instant, puisque leurs parties intégrantes sont toujours agitées, soit par quelque matière subtile qui pénètre les Liquides, soit par quelque autre cause que nous ignorons? Pourquoi les Liquides ne s'évaporent pas en un instant.

R. Cela peut venir de leur pesanteur ou inertie, car elles en ont, de même que tous les autres Corps, à raison de leur masse & de leur matière propre.

D. Qu'arrive-t-il lorsque des Liquides de même pesanteur sont renfermés dans un même vaisseau?

R. Le plus pesant occupe le lieu le plus bas, à cause de sa pesanteur, & est pressé par le plus léger, & cela à proportion de la hauteur de ce dernier.

CHA.



## C H A P I T R E XXXVII.

*De l'Hydraulique & de l'Hydrostatique.*

Ce que  
c'est que  
l'Hydrau-  
lique.

*D.* QU'est-ce que l'Hydraulique ?

Et l'Hy-  
drostati-  
que.

*R.* C'est la Science qui traite du mouvement des Fluides, & plus particulièrement du mouvement des Liaux.

*D.* Quelle est la Science à laquelle on donne le nom d'Hydrostatique ?

*R.* C'est celle qui a pour objets la pesanteur des Liquides ou Liqueurs, leur équilibre, & leurs actions sur les Corps.

Les Li-  
queurs pe-  
sent.

*D.* Les Liqueurs pesent-elles ?

*R.* Il ne faut pas en douter, puisqu'elles donnent prise à la cause de la pesanteur qui les pousse vers le centre de la Terre.

Comment  
leur poids  
se commu-  
nique.

*D.* Le poids des parties supérieures se communique-t-il aux inférieures ?

*R.* Oui. Celles-là poussées par la cause de la pesanteur, doivent pousser celles-ci.

Couches  
les plus pé-  
santes.

*D.* Dans des Liqueurs de même espèce en parties, quelles sont les couches qui pesent le plus ?

*R.* Ce sont celles qui sont le plus éloignées de la surface supérieure, ou qui se trouvent le plus près du fond, parce qu'elles sont poussées en-embas par un plus grand nombre de parties pesantes. D'où vient que l'eau de la Mer est d'autant plus pesante, qu'elle approche plus du fond.

Comment

*D.* Pourquoi les parties insensibles des Corps

Corps liquides se poussent-elles les unes les autres en tous sens, & vers tous les endroits imaginables de l'Univers? les Li-  
queurs se  
poussent  
en tous  
sens.

R. C'est un effet de la pesanteur absolue des colonnes d'un Liquide qui les fait tendre vers le centre de la Terre. Les parties inférieures étant comprimées, essaient sans cesse de s'étendre, & poussent de tous côtés les parties voisines. Percez le côté droit ou le côté gauche d'un Tonneau; le Vin coule à l'instant. Une Digue vient-elle à se rompre; l'eau d'un Fleuve se détourne & quitte son lit.

Une eau vive sortie du panchant d'une colline vient-elle par des canaux embellir les Jardins; dès qu'elle est libre vous la voyez jaillir en l'air. L'action de la pesanteur la fait d'abord descendre de sa source, puis ses parties comprimées par l'action même de la pesanteur, & poussées vers mille endroits, suivent la direction des Canaux, parallèle à l'horizon, & où la résistance est moindre, jusqu'à ce que trouvant enfin une issue libre, mais précisément dans une direction perpendiculaire, elles la saisissent par le même principe; &, comme elles ont une force proportionnée à la hauteur de l'eau, qui descend & les presse par sa pesanteur, elles s'élancent rapidement dans l'air. Vous diriez qu'elles essaient de rejoindre leur source, au moins peu s'en faut qu'elles n'y atteignent le niveau.

Les expériences que nous rapporterons dans le Chapitre suivant, répandront un nouveau jour sur cette importante question.

D. Mais pourquoi l'eau ne s'élève-t-elle pas pourquoi

Tome I.

Q

pas

**P'Eau ne s'élève pas jusqu'au niveau de sa source.** pas jusqu'au niveau même de sa source.  
**R.** Elle perd de sa force dans les Canaux, par les frottemens. D'ailleurs, quand elle s'élance, la résistance de l'air divise ses parties; ses parties divisées en ont plus de surface, à proportion de leur masse; ayant plus de surface, elles rencontrent plus d'air dans leur direction, & perdent d'autant plus de leurs forces, qu'il faut les partager davantage. Joignez à cela que l'eau qui jaillit, retombe sur celle qui la suit, & l'affoiblit par sa chute.

**Pourquoi les Liquides accélèrent leur mouvement en passant d'un canal plus grand dans un plus étroit?** **D.** Pourquoi les Corps liquides qui coulent, passant d'un plus grand espace dans un plus étroit, accélèrent-ils leur mouvement dans le passage?

**R.** En voici la raison. Les parties latérales, qui trouvent un obstacle dans les côtes rétrécies du Canal, sont alors plus serrées par celles qui les suivent & surviennent incessamment; plus serrées elles font plus d'impression sur les parties qui coulent directement & librement dans le Canal plus étroit; & celles-ci, trouvant un passage libre, résistent moins à celles-là. Dans cette situation, il faut qu'en un tems égal, il coule plus de liqueur dans un plus petit endroit, ce qui ne peut se faire sans accélération de vitesse: aussi l'eau qui passe sous les Arches d'un Pont, va plus vite qu'elle ne faisoit auparavant dans un lit plus large; & la Liqueur lancée avec une Seringue, acquiert, en sortant, une vitesse de dix degrés, si l'issue est dix fois plus étroite que le dedans du Cilindre.

**Cause des effets de l'Hydrostatique.** **D.** D'où dépendent les effets les plus singuliers de l'Hydrostatique?

**R.** De la figure, & sur-tout de l'extrême

mc

me petiteffe des molécules des Liqueurs, qui les rend non feulement impalpables, mais qui les foustrait aux yeux les plus perçans, lors même qu'on emprunte le secours des meilleurs Microscopes.

D. Pourquoi voit-on monter les parties & les colonnes les moins pesantes d'une Liqueur ? Cause de l'ascension des colonnes les moins pesantes.

R. Parce qu'elles ont moins de force pour résister à l'effort des plus pesantes, qui tâchent de les élever. Enfoncez dans l'eau l'extrémité d'une Seringue; tirez le piston, l'eau le suit, parce qu'elle est poussée par les colonnes voisines plus pesantes & plus fortes.

D. Pourquoi les Liqueurs d'espèce différente, & de différente pesanteur, ne se pla- Pourquoi les Liqueurs de différente pesanteur ne se pla-

R. Parce que les plus pesantes doivent descendre, soulever & soutenir les autres. On voit dans l'eau des bulles d'air monter rapidement jusqu'à la surface de l'eau, parce que l'air est beaucoup plus léger.

D. Pourquoi le vin & l'eau se mêlent-ils dans un verre, quoique l'eau soit plus pesante ? Cause du mélange du Vin & de l'Eau.

R. L'eau qu'on verse sur le vin, ou le vin qu'on verse sur l'eau dans un verre, acquiert dans sa chute assez de mouvement & de force pour diviser les particules du vin, troubler leur équilibre, se répandre dans leurs pores, ou les recevoir dans les siens, s'embarasser avec elles sans pouvoir se dégager, après avoir perdu beaucoup de sa force dans les frottemens.

D. Pourquoi si l'on verse l'eau d'abord dans le verre, & qu'on laisse ensuite couler du vin fort doucement sur une tranche Cas où le Vin ne se mêle pas avec l'Eau.

légère de pain mise sur l'eau, le vin se répand-il alors sur l'eau, sans descendre ni se mêler?

R. Parce qu'en tombant sur le pain, & en se filtrant par ses pores, il perd beaucoup de la force qu'il avoit acquise dans sa chute.

**Ce qui arrive aux Solides plongés dans les Liquides.** D. Qu'arrive-t-il aux Corps solides qu'on plonge dans des Corps liquides?

R. Si le Corps solide pèse plus, il s'enfoncé tout-à-fait; s'il pèse moins, il surnage; s'il pèse également, il nage & demeure suspendu dans le Liquide.

**Comment un Solide perd de sa pesanteur respective dans les Liquides.** D. Pourquoi un Corps solide que vous soutenez, pèse-t-il moins par rapport à vous, ou perd-il de sa pesanteur respective dans les Liqueurs, à proportion qu'elles sont plus ou moins pesantes?

R. Ces Liqueurs le soutiennent à raison de leurs poids, & vous n'avez point alors à soutenir ce qu'elles soutiennent. Le Corps solide que vous soutenez dans l'eau, pèse-t-il dix livres dans l'air: vous n'employez qu'une force de huit livres pour le soutenir, si un égal volume d'eau pèse deux livres, parce qu'il soutient la valeur de deux livres.

**Vaisseau qui vogue sur la Mer, mais qui couleroit à fond dans l'Eau douce.** D. Pourquoi tel Vaisseau, qui vogue impunément sur la Mer, couleroit-il à fond dans les eaux douces d'un Lac ou d'un Fleuve?

R. Parce que l'eau salée de la Mer, étant beaucoup plus pesante que l'eau douce, peut soutenir un poids beaucoup plus pesant.

**Pourquoi un Bateau** D. Pourquoi cependant un Pont de pierres, chargé d'hommes, d'animaux, &c. qui n'a



n'a pour piliers que des Bateaux mobiles, chargé de  
ne laisse-t-il pas de furnager ?

R. Parce que le volume de pierres, & de furnage  
d'air contenu dans ces Bateaux, est plus léger,  
à cause de la légèreté de l'air, qu'un  
égal volume d'eau.

D. Pourquoi une Aiguille d'acier, posée  
sur la surface de l'eau, doucement & hori-  
zontalement, furnage-t-elle, au-lieu de  
se plonger tout-à-fait ?

Comment  
une Aiguil-  
le peut  
furnager.

R. La légèreté de l'air, la forme de ba-  
teau, avec la viscosité de l'eau produisent  
cet effet. L'air s'attache à l'Aiguille plus  
aisément que l'eau, car l'Aiguille se mouil-  
le assez difficilement, l'eau coule dessus sans  
y trouver prise. Cela supposé; sur la sur-  
face visqueuse de l'eau, & dont la visco-  
sité, ou, suivant les Newtoniens, l'Attrac-  
tion rend les parties plus difficiles à sépa-  
rer, le poids de l'Aiguille, avec l'air qui  
l'environne & l'enveloppe, fait une espèce  
de cavité, dans laquelle l'Aiguille se trouve  
comme dans un petit Bateau. De cette  
manière, tout ce petit volume composé de  
l'Aiguille & de l'air, est plus léger qu'un  
égal volume d'eau, & doit par conséquent  
furnager. En effet, mouillez l'Aiguille, &  
détachez-en les particules d'air, & vous la  
verrez bientôt se plonger dans l'eau.

D. Lorsqu'on jette dans l'eau froide une  
boule de cire, elle furnage; fait-on chauf-  
fer l'eau, la boule s'enfonce: &, si la cha-  
leur augmente, la boule remonte. Pour  
quoi cela ?

Effet sin-  
gulier d'u-  
ne boule  
de cire  
plongée  
dans l'eau.

R. Cette boule furnage d'abord, parce  
qu'elle pèse moins que l'eau froide; elle  
s'enfonce ensuite, parce qu'elle pèse plus  
qu'un égal volume d'eau raréfiée par la cha-  
leur;

leur; elle remonte enfin, parce que raréfiée elle-même par un excès de chaleur, qui la pénètre & dilate l'air qu'elle renferme, elle devient plus légère qu'un égal volume d'eau.

Pourquoi un Cadavre plonge, remonte ensuite, & enfin se replonge.

D. N'est-ce pas par le même principe qu'on explique, pourquoi un Cadavre descend d'abord dans l'eau, qu'il remonte ensuite, & qu'enfin il se replonge comme de lui-même.

R. Le Cadavre descend d'abord dans l'eau, parce qu'il est plus pesant; il remonte, parce que l'air intérieur vient à se dilater, & à donner plus de volume au Corps; il se replonge, parce que les membranes qui retenoient l'air, venant à se crever par la pourriture, laissent sortir ce même air à l'aide duquel le Cadavre surnageoit.

Comment on surnage en se baignant.

D. Comment ceux qui se baignent surnagent-ils?

R. Par le mouvement des bras & des pieds ils soulèvent l'eau latérale; les colonnes d'eau voisines en sont plus longues; plus longues, elle pèsent plus, puisqu'elles pèsent toutes à raison de leur hauteur. C'est en partie cette pesanteur, cette résistance des colonnes qui fait que l'on surnage en se baignant. La grande quantité d'air que respire un Nageur contribue aussi beaucoup à diminuer de son poids respectif.

Comment un Plongeur remonte-t-il du fond de la Mer.

D. Comment un Plongeur remonte-t-il du fond de la Mer jusques sur la surface?

R. Le mouvement perpendiculaire qu'il acquiert, en frappant la terre du pied pour s'élancer en en-haut, diminue sa pesanteur respective; & secondé de la colonne latérale,

sale, il s'élève jusques sur la surface de l'eau.

D. Comment les Poissons demeurent-ils suspendus & immobiles ? Comment montent-ils, & descendent-ils avec tant de liberté dans l'eau ?

R. Ils ont dans le Corps une Vessie qu'ils emplissent d'air lorsqu'ils veulent se rendre plus légers, & qu'ils desemplissent lorsqu'ils veulent se rendre plus pesans. En frappant l'eau avec la queue, ils secondent leurs vicissitudes de pesanteur & de légèreté.

D. Les Oiseaux ont plus de pesanteur qu'un égal volume d'air, & cependant ils volent; expliquez-moi, je vous prie, ce phénomène.

R. En volant, ils se dilatent la poitrine par une plus grande quantité d'air qui y entre; ils étendent les ailes, la queue, augmentent leur volume, & diminuent par conséquent leur pesanteur respective. L'air frappé de leurs ailes, devient un point fixe par lequel ils se procurent du mouvement pour monter, pour descendre, ou pour avancer.

D. Pourquoi un Tonneau plein & percé par le bas seulement, ne s'écoule-t-il point, à moins que le trou ne soit fort grand ?

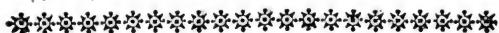
R. C'est que l'air par son poids soutient la Liqueur qui tend à sortir, & qui pèse moins que lui, parce qu'elle n'a point une hauteur suffisante; mais si l'on fait une ouverture à la partie supérieure du Tonneau, l'air qui pèse sur la Liqueur par ce nouveau trou, fait autant d'effort pour la chasser de haut en-bas, qu'une colonne d'air sembla-

ble en fait pour l'empêcher de sortir par en-bas, & alors cette Liqueur s'écoule par son propre poids.

Pourquoi quantité d'Animaux, & surtout les Quadrupèdes, ont-ils plus de facilité à nager que l'Homme?

R. Lorsqu'un Quadrupède nage, il peut tenir sa tête hors de l'eau sans faire un grand effort; mais dans l'Homme, ce qui se plonge le premier, est vers la tête; & même quand il nage assez pour ne point aller à fond, il ne laisse pas d'être obligé de faire des efforts pour éviter d'avoir le visage dans l'eau. Mr. Bazin, Docteur en Médecine à Strasbourg, Correspondant de Mr. de Réaumur & Auteur de plusieurs Ouvrages de Physique, a fait imprimer en 1741 un Volume in 8, dans lequel on trouve une Dissertation fort curieuse sur la différence qu'il y a entre l'Homme & les Bêtes, par rapport à la facilité de nager.





## CHAPITRE XXXVIII.

*Expériences sur le mouvement des Fluides, la pesanteur des Liquides, leur équilibre, leur action sur les Corps, avec la description des principales Machines qui y ont rapport, pour servir de suite au Chapitre précédent.*

**D.** Pour mieux comprendre tout ce qui Machines a rapport à l'Hydraulique & à l'Hy- hydraulique-  
drostatique, donnez-moi, je vous prie, la ques.  
description des principales Machines qui ont  
rapport à ces Sciences, & joignez-y l'explica-  
tion des effets qu'elles produisent.

**R.** Voici deux Tuyaux recourbés diffé- Siphons, &  
remment, auxquels on donne le nom de leurs ef-  
Siphons. Plongez dans de l'eau contenue fets.  
dans le Vaisseau A, le bout *a* du Tuyau re Planche  
courbé *a S b*, de façon que le bout *b*, qui est XIV...  
hors du Vaisseau, soit plus bas que la super- Fig. 2.  
ficie de l'eau. Sucez le Tuyau pour en tirer  
l'air, & l'eau s'écoulera par l'ouverture *b*.

Dans cette expérience, l'air pressant sur Raison de  
la superficie de l'eau contenue dans le Vais- ces effets.  
seau A, la fait monter dans le Siphon.  
L'air pressant aussi sur l'eau qui sort par *b*,  
la soutient. Ces pressions sont égales, &  
agissent en sens contraire dans la partie  
supérieure du Siphon, où elles son égales  
à la pression de l'Atmosphère, moins les  
poids des colonnes d'eau soutenues par les  
pressions. La colonne d'eau de la branche *S b*  
a plus de hauteur que l'autre colonne; ain-

Planche  
XIV.  
Fig. 2.

si la pression de l'air en  $bS$ , ayant un plus grand poids à soutenir, & étant par conséquent surmontée par la pression opposée, l'eau doit couler vers  $b$ .

Le Siphon  $aSb$  a ceci d'incommode, que si l'eau cesse de couler, on ne peut la remettre en mouvement qu'en tirant de nouveau l'air du Tuyau; & c'est pour corriger ce défaut, qu'on supplée au Tuyau  $aSb$  le Siphon  $dRe$ , dont les branches sont égales & recourbées, ce qui l'empêche de se vider quand l'eau cesse de couler. Si l'on plonge dans l'eau la branche  $d$  de ce Siphon, en sorte que l'eau soit élevée au dessus de l'ouverture de cette branche, l'eau coulera par l'autre branche  $e$ , par la raison qu'on vient de donner dans l'expérience précédente.

Machine  
pour éle-  
ver l'eau  
dans un  
Réservoir.  
Fig. 3.

D. De quelle Machine peut-on se servir pour élever l'eau dans un Réservoir?

R. En voici une, composée de deux Boules de verre  $H$  &  $I$ , jointes ensemble par le Tuyau de cuivre  $CDE$ . La Boule  $I$  communique par le Tuyau  $AB$ , avec l'eau qu'il faut élever, & qui est contenue dans le Vaisseau  $V$ . Au bas de la Boule  $H$  on adapte le Tuyau  $FG$ , qui est de même longueur que le Tuyau  $AB$ . On remplit d'eau la Boule  $H$  avec l'Entonnoir  $L$ , qu'on bouche ensuite. Pour se servir de ces sortes de Machines, on fait passer l'eau du Réservoir dans le Vaisseau  $H$ , & , par le moyen d'un Robinet, on bouche ensuite la communication entre ce Vaisseau & le Réservoir. En ouvrant le Robinet  $G$ , l'eau en coule, & celle qui est dans  $V$  monte par le Tuyau  $AB$  dans le Vaisseau  $I$ . Quand ce Vaisseau est plein, on peut con-  
duire

faire l'eau où l'on veut, & en répétant la même opération on en fait monter de nouvelle. XIV.  
Fig. 3.

Veut-on savoir comment tout cela se fait; en voici l'explication. Dès que le Robinet G est ouvert, l'eau, qui sort du Tuyau FG, soutient la pression de toute l'Atmosphère. L'air agit aussi sur la superficie de l'eau du Vaisseau V, & soutient l'eau du Tuyau AB. Comme ces deux pressions sont égales, si l'on en retranche les colonnes d'eau qu'elles soutiennent, on a les forces avec lesquelles l'air est pressé dans les parties supérieures des Vaisseaux entre lesquelles il y a communication par le Tuyau CDE. La colonne FG, à laquelle est ajoutée la hauteur de l'eau du Vaisseau H, est plus grande que celle du Tuyau AB, & par conséquent la pression en G éprouvant une plus grande diminution que l'autre, en est surmontée. Il faut donc que l'eau monte par le Tuyau AB, & qu'elle descende par FG.

Explication des effets de cette Machine.

D. Comment fait-on une Pompe aspirante, par le moyen de laquelle on puisse élever en-haut l'eau d'un Puits ou autre lieu bas & profond ? Pompe aspirante pour élever l'eau d'un Puits

R. Plantez perpendiculairement dans l'eau un Tuyau de bois ABCD. Mettez au bas de ce Tuyau une Soupape F, qui ne puisse s'ouvrir que par le haut. Attachez à la Verge de fer EL le Piston creux LK, qui soit assez gros pour remplir exactement le dedans du corps du Tuyau, en sorte que l'eau ne puisse point passer entre-deux. Faites une autre Soupape au dessus en L. Si vous haussiez & baissiez le Piston dans le

Fig. 4.

Planche  
XIV.

Fig 4.  
Explica-  
tion de  
l'effet de  
cette Pom-  
pe.

Tuyau, l'eau montera jusqu'au haut du Tuyau.

L'effet de cette Pompe est facile à comprendre. En haussant le Piston, il laisse un espace vuide d'air dans le Tuyau, & l'air pressant l'eau, elle est obligée de monter dans le Tuyau pour remplir ce vuide, & leve en montant la Soupape I. Le Piston étant une seconde fois baissé, la Soupape inférieure I se ferme, & celle qui est au-dessus, L, doit s'ouvrir & laisser monter l'eau. Ainsi en réitérant les mouvemens du Piston, l'eau doit monter jusqu'en MH & se répandre. Les Soupapes les plus simples sont rondes & faites de cuir; on les attache par leurs anses à l'ouverture du Piston.

Pompe de  
verre qui  
représente  
les Pom-  
pes ordi-  
naires.

Fig 5.

Voici la description d'une Pompe de verre, qui peut servir à mettre devant les yeux l'action & l'effet des Pompes ordinaires. AB est un Cilindre de verre, au fond duquel est joint un Tuyau CD, dont l'ouverture supérieure est fermée par une Balle de plomb, en sorte que l'eau ne puisse point sortir du Cilindre, mais puisse y monter, en élevant la Balle, qui tient ici lieu de Soupape. Un piston, entouré de cuir, est mobile dans le Cilindre, & en remplit exactement la capacité. Ce Piston est percé d'un trou, qui est aussi fermé par une Balle, qui fait l'office de Soupape, de manière que l'eau peut monter, mais non pas descendre par le Piston.

Lorsqu'on a appliqué le Piston au fond du Cilindre, on couvre d'eau la partie supérieure du Piston, afin de boucher tout passage à l'air. Si ensuite on plonge dans l'eau le bout D du Tuyau CD, & qu'on élève



Éleve le Piston, l'eau monte dans le Cilindre Planche AB, dont elle ne sauroit sortir par en-bas; XIV. 1 ainsi il faut qu'elle passe par le Piston quand on l'abaisse. En élevant derechef le Piston, de nouvelle eau monte dans le Cilindre, & celle qui y étoit, entre dans le petit Réservoir de bois F adapté au Cilindre, d'où elle s'écoule par le Tuyau G. Fig. 5.

D. Comment fait-on cette espèce de Pompe, qu'on nomme Pompe foulante, dont l'usage est de pousser l'eau fort haut pour éteindre le feu, ou pour quelque autre usage? Pompe foulante pour éteindre le feu.

R. Faites deux Cilindres de laiton Fig. 6. ABCD, au fond desquels DC vous mettez des Soupapes. Soudez à chacun un Tuyau garni de Soupapes en H & en I, qui s'ouvrent en-haut. Mettez dans l'un & dans l'autre un Piston K, qui en remplisse exactement la cavité, pour que l'eau ne puisse passer entre-deux. Quand on hausse le Piston, la Soupape qui est au fond, s'ouvre, & l'air extérieur pousse l'eau dans le Cilindre; mais lorsqu'on baisse le Piston, la Soupape L se referme, & l'eau est chassée par le Tuyau qui est à côté; elle ouvre les Soupapes IH, & monte plus haut que le Tuyau N.

On peut faire encore une Soupape de cette façon. Fig. 7. Faites par le moyen du Tour, un trou A, en forme de Cone tronqué, au bas du Cilindre C, & placez-y un Cone tronqué de laiton travaillé au Tour B, & armé d'un Cloud ou Cheville D, qui l'empêche de tourner.

Pour faire une Pompe, d'où l'eau coule sans cesse & avec vitesse, on ajuste deux Cilindres avec leurs Pistons, de manière que

que l'un monte quand l'autre baisse; & par ce moyen l'eau monte sans interruption. On se sert de cette Machine pour éteindre le feu dans les incendies.

**Les Li-** **D.** Les Liqueurs homogènes pesent-elles queurs ho- dans la masse qu'elles composent, ou, comme mogènes pesent me disent quelques Physiciens, dans leur propre élément?

**R.** Il y en a qui prétendent que non; ils disent qu'elles n'ont plus alors de pesanteur absolue, & quelles sont en équilibre entre elles. Mais si la masse totale pèse, si elle pèse par elle-même, comme on ne sauroit en douter, pourquoi les parties qui la composent ne peseroient-elles pas? Une certaine quantité d'eau, par exemple, n'est-elle pas encore pesante, quand elle est mêlée avec d'autre eau, ou ne contribue-t-elle point au poids de la masse dont elle fait partie? Il ne faut pas en douter, & en voici la preuve.

Expérien-  
ce qu'il le  
prouve  
Planche  
XIV.  
Fig. 8.

Soit un Fleau de Balance, qui tient en équilibre dans un Vase plein d'eau, une petite Bouteille de verre *a*, fort épaisse, vuide & bouchée. Aussitôt qu'on débouche la Bouteille, elle s'emplit d'eau, & elle va au fond du Vase.

Puisque la Bouteille, en se remplissant d'eau, enlève le Bassin qui la soutenoit en équilibre, n'est-ce pas que cette eau la rend plus pesante qu'elle n'étoit auparavant? Cette portion d'eau pèse donc dans son propre élément.

La pesan-  
teur des  
parties  
d'une mê-  
me Li-  
queur est  
indépen.

**D.** Les parties d'une même Liqueur exercent-elles leur pesanteur indépendamment les unes des autres?

**R.** Oui; & cette propriété leur vient de ce qu'elles n'ont point de cohérence sensible,

ble, de ce qu'elles peuvent se séparer dante de la presque sans effort. Voici comme on le pefanteur des autres; prouve.

Ayez un grand Vaisseau cylindrique de verre au fond duquel on ait pratiqué un trou & une Virole cylindrique d'un ponce de diamètre, qui soit bouché avec un mor- ceau de liège graissé; que le canal com-

mencé par la Virole, soit continué dans le Vaisseau par le Tube de verre A, & que le tout soit porté sur un Trépied R R, au-dessus d'un Bassin S, pour recevoir l'eau qui s'écoule.

Versez de l'eau dans le Tuyau A, & remarquez à quelle hauteur elle est, quand son poids chasse le Bouchon B; ôtez le Tuyau, remettez le Bouchon, emplissez le Vase jusqu'à ce que le Bouchon sorte de sa place, & vous observerez que l'eau est précisément à la même hauteur qu'elle étoit précédemment dans le Tuyau.

Vous voyez dans cette expérience que le Bouchon B est chassé de sa place par le poids de l'eau, & qu'il résiste autant lorsqu'on emplit le grand Vaisseau, que quand on ne charge que le Tube, pourvu que ce soit à même hauteur. La colonne qui pèse sur le Bouchon, agit donc de même, soit qu'on la sépare du reste par une enveloppe solide, soit qu'elle ait communication avec la masse totale. Le frottement produit cependant une petite différence, parce que cette résistance est plus grande, quand la colonne d'eau se meut dans un Tuyau dont la surface est solide, que quand elle n'est contenue que par une masse d'eau dont les parties sont roulantes.

D. Pourquoi les Fluides exercent-ils leur Pésanté. Pourquoi les Fluides

exercer  
leur pré-  
senteur au-  
trement  
que les So-  
lides.  
Planche  
XIV.  
Fig. 10.

pésanteur autrement que les Solides?

R. Il faut se représenter, comme dans la *Figure 10*, toute la masse d'eau contenue dans le grand Vase AA, divisée en plusieurs colonnes, 1, 2, 3, 4, 5, dont chacune est composée d'un égal nombre de parties. Si le fond du Vaisseau s'ouvre en a, la partie inférieure de la colonne 3 n'étant plus soutenue, doit tomber par l'ouverture, & après elle toutes les autres qui sont posées dessus. Cette colonne entière glissera donc de haut en-bas, entre la 2<sup>e</sup>. & la 4<sup>e</sup>. qui sont soutenues aux points b & c. Si la 2<sup>e</sup>. & la 1<sup>e</sup>. colonne d'une part, la 4<sup>e</sup>. & la 5<sup>e</sup>. de l'autre part, étoient solides ou composées de parties liées, elles subsisteroient, & par la chute de la 3<sup>e</sup>. il se feroit un vuide entre elles; mais comme leurs parties sont très petites, très mobiles, dès que le haut de la 3<sup>e</sup>. colonne vient à descendre, & qu'elles cessent d'être soutenues en cet endroit, elles s'écroulent à proportion de l'écoulement.

Change-  
mens que  
la Fluidité  
apporte  
aux effets  
de la pé-  
santeur.  
Fig. 9.

Rien ne prouve mieux que l'exemple suivant, combien la fluidité des Corps apporte de changement aux effets de leur pésanteur. Si l'on tiroit avec un fil, ou qu'on poussât de bas en-haut le Bouchon qui est au-dessus de B dans la *Figure 9*, on n'auroit à soulever que le poids de la colonne dont il est la base, parce que cette portion d'eau étant indépendante du reste, peut se mouvoir librement dans la masse. Mais si cette masse venoit à se convertir en glace, la main qui soutiendrait la colonne qui répond au Bouchon, auroit à porter tout ce qui est contenu dans le Vaisseau.

si les Li-  
queurs.

D. Les Liqueurs exercent-elles leur pésanteur autrement que les Solides?

fanteur en toutes sortes de sens , c'est-à-dire, de haut en-bas, latéralement, & de bas en haut? exercent leur pesanteur en toutes sortes de sens.

R. Cette question à laquelle nous avons déjà répondu en peu de mots, mérite d'être approfondie, & demande pour être bien éclaircie, que nous ayons recours à quelques expériences.

On conçoit aisément que les Liquides pesent de haut en-bas, puisqu'ils sont composés de parties qui participent à la gravité, qui est commune à tous les Corps. Ils tendent aussi à s'élever de bas en-haut, lorsqu'ils communiquent avec des quantités plus hautes, & par-là plus pesantes qu'eux; mais cette tendance de bas en-haut ne vient point de la nature des Liquides, elle est causée par la pression des colonnes supérieures qui agissent avec avantage de haut en-bas.

La pression latérale est ce qu'il y a ici de plus difficile à comprendre. Voici comment se fait la pression latérale. pendant un exemple à l'aide duquel on peut s'en former une idée.

Le plus souvent une colonne exerce sa pression entre deux autres, & tend par conséquent à les écarter, comme dans la Planche XIV. *Fig. 11.* *Fig. 11.* où la pression perpendiculaire, qui se fait vis-à-vis du point *d*, est transportée par les colonnes latérales vers les côtés *e, f*, du Vase. De la même manière, quand la colonne *d f* agit contre les deux parties *g, b*, la première fait une résistance suffisante à cause des parois du Vase qui l'appuient: mais la partie *b* souffre un effort qui la soulève de bas en-haut, & qui aura son effet, à moins qu'une colonne égale à *i k*, ou quelque chose d'équivalent,

lent, ne pese dessus pour la contenir.

Expériences qui prouvent la gravitation des Liqueurs en tous sens.

Première Expérience.  
Planche XIV.  
Fig. 12.

Pour prouver la gravitation des Liqueurs en tous sens, il suffit de faire attention aux effets des deux expériences suivantes.

Dans un grand Vase plein d'eau colorée, on plonge successivement trois Tubes colorés, de 6 à 7 lignes de diamètre, ouverts des deux bouts, mais dont on tient le haut bout bouché avec le pouce pendant le tems de l'immersion. Quand on débouche ces Tubes en ôtant le pouce, l'eau s'élève dedans à la même hauteur où elle est dans le grand Vase, quelque figure qu'aient les Tubes, parce que l'air cessant d'être appuyé à l'orifice supérieur, ne fait plus un obstacle invincible à l'eau, qui est alors portée dans les Tubes par le poids de celle qui reste dans le Vase.

Lorsque le Tube C est plongé, l'eau par sa pesanteur naturelle tombe de D en E, & coule d'E en F, parce que cette partie du Tube forme un plan incliné. L'effet en demeurerait là, s'il y avoit en F un obstacle invincible, ou que ce qui est contenu dans la sinuosité EF, ne pût s'y mouvoir facilement. Mais c'est un Fluide pressé par la colonne GD, qui répond perpendiculairement à l'orifice du Tube, & qui est continuée jusqu'en E; l'eau s'élève donc dans la branche CF, non par une tendance réelle de bas en-haut, mais parce qu'elle obéit au poids d'une colonne GE, qui pese de haut en bas; & elle continue de s'élever jusqu'en c, c'est-à-dire, jusqu'à la hauteur où elle est en équilibre avec GE qui la pousse.

En quelque endroit du Vase que l'on plonge le Tube H, son orifice inférieur de quel-

quelque côté qu'il se présente, reçoit toujours un volume d'eau pressé latéralement <sup>Planche XIV.</sup>

par la colonne perpendiculaire à laquelle il répond, & qui porteroit son effort contre la paroi du Vase, comme on le voit en *e* & en *f* de la *Figure 11*; ainsi l'eau étant poussée dans l'orifice *I* avec une pression égale au poids de la colonne *I K*, elle s'élève à la même hauteur dans le Tuyau. <sup>Fig. 12.</sup>

Si le Tube n'est point recourbé, & qu'il se présente comme *L M*, dans l'instant où il est débouché par le haut, l'eau qui se présente à son orifice *M*, est dans le cas du globule *b* de la *Figure 11*, appuyée sur la colonne perpendiculaire *M k*, par les colonnes latérales *l o*, *l o*, qui ont leur point d'appui contre les parois du Vase, & pressée par le poids des colonnes voisines *n o*, *n o*; elle est donc obligée de s'échapper par le Tube où elle trouve moins de résistance, jusqu'à ce que son propre poids augmentant avec sa hauteur, soit enfin égal à celui qui la force.

L'expérience suivante prouve la même chose, & s'explique de même que la précédente. <sup>Expérience.</sup> *P Q* sont deux Viroles de même largeur que celle qui est en *B*, & propres à recevoir le même bouchon; mais quand il est placé à l'une des trois Viroles, il faut que les deux autres soient fortement bouchées. A telle Virole que soit placé le bouchon mobile, il cède toujours à l'effort de l'eau qu'on verse dans le Vase, quand elle parvient à une même hauteur. Dans cette expérience, l'effort que l'eau fait perpendiculairement, en pesant sur le fond du Vase, se distribue contre les parois mêmes, & en toutes sortes de sens, à cause de la <sup>Fig. 9.</sup>   
 mo-

mobilité de la figure, & de la petitesse des parties.

**Observations qui prouvent la pression latérale des Fluides.** Une infinité d'observations prouve la pression latérale des Fluides. Un pot, une bouteille inclinée, un tonneau que l'on met en perce, ne se vuideroient jamais, si la Liqueur qu'ils contiennent ne les pressoit que de haut en-bas, à la manière des Corps solides. Un navire percé d'un coup de canon, fait eau par le côté, & risque de se perdre, comme si le mal étoit au fond vers la quille; l'eau y entre avec d'autant plus de vitesse, que la Mer a plus de hauteur au-dessus du trou. L'usage des Dignes n'est-il pas de s'opposer à la pression latérale des eaux?

**Toutes les parties d'une même Liqueur sont-elles en équilibre entre elles.** D. Toutes les parties d'une même Liqueur sont-elles en équilibre entre elles, soit dans un seul Vaisseau, soit dans plusieurs qui communiquent ensemble?

R. Si l'on entend par le mot de parties, des volumes égaux & en tout semblables, il doit y avoir équilibre entre elles, ou elles se meuvent jusqu'à ce qu'elles soient parvenues à cet état. Comme elles ont des forces égales, les couches supérieures ne peuvent déplacer celles qui sont au-dessous, parce que celles-ci ont autant de force pour rester où elles sont, que celles-là peuvent en employer pour les déplacer.

**Expérience qui le prouve. Planche XV. Fig. 1.** Versez de l'eau colorée ou du vin dans un Siphon renversé, & posez le support sur un plan bien horizontal, la Liqueur s'élèvera également dans les deux branches en même tems. La partie inférieure du Siphon étant pleine, s'il s'élève dans l'une des deux branches une colonne de Liqueur comme A B, son poids s'exerce sur la partie



Fig: 1.



Fig: 5.

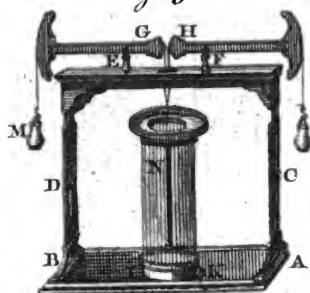
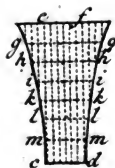
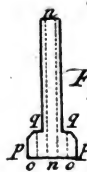


Fig: 11.



18.





tie BC qui est mobile, la sollicite à s'élever dans l'autre branche, & cet effort est vaincu par le poids d'une colonne semblable CD; ainsi, puisque CD & AB qui sont de même longueur, se soutiennent mutuellement, on peut conclure que les parties semblables d'une même Liqueur sont en équilibre.

Le Canal EF, par le moyen d'un Robinet qui est au milieu, ouvre une communication entre le grand Vaisseau GH, & le Tuyau montant EI. Ce Tuyau est ajusté en E, de façon qu'on peut mettre en sa place un autre Tuyau K, qui s'élève obliquement, ou L qui a plusieurs sinuosités, & l'on emplir le grand Vase jusqu'en GH, avec une Liqueur colorée. Dès qu'on a tourné le Robinet pour ouvrir la communication entre le grand Vaisseau GH, & le Tuyau montant EI, la Liqueur s'élève jusqu'en I; & cet effet est toujours le même, soit que le Tuyau soit droit & perpendiculaire, soit qu'il soit oblique ou tortu. Cette expérience prouve la même chose que la précédente.

La surface des Liqueurs est, comme on l'a remarqué ci-dessus, un plan horizontal. Mais ce plan n'est tel que pour nos sens; car lorsque la surface des eaux a beaucoup d'étendue, il est démontré par le même principe qu'elle est convexe. C'est en effet ce que prouve l'expérience. Quand on est sur Mer, on apperçoit les mâts d'un Vaisseau qui aborde, A, avant qu'on puisse voir le corps du Bâtiment; comme aussi en approchant d'une Ville, B, on découvre les clochers & les toits, avant que d'apercevoir le rez-de-chaussée des maisons. La raison

Autre expérience sur le même sujet. Fig. 2.

La surface des eaux qui a beaucoup d'étendue, est convexe.

Fig. 3.

en

Convéxité en est, que nous ne pouvons voir qu'en de la sur- ligne droite, & que la convéxité de la Mer face de la interrompt le rayon visuel qui vient du Mer corps du Vaisseau à l'œil du Spectateur, à une distance où le rayon qui vient du mât est libre.

Planche  
XV. Fig. 4.

Si les colonnes d'eau qui composent la Mer, en vertu de leur pésanteur égale, doivent avoir leurs extrémités supérieures, *a, b, c*, également distantes du centre de la Terre *d*, qui est le centre commun de tous les Corps graves, elles ne peuvent pas se ranger dans un plan représenté par la ligne *ef*, il faut nécessairement qu'elles composent une surface convexe, qui ait son centre en *d*.

Manière  
dont les  
Liqueurs  
exercent  
leur pres-  
sion.

*D.* Comment les Liqueurs exercent-elles leur pression tant perpendiculaire que latérale ?

*R.* Elles l'exercent non en raison de leur quantité, mais en raison de leur hauteur au-dessus du plan horizontal, & de la largeur de la base qui s'oppose à leur chute : c'est-à-dire que si l'on conserve la hauteur & le fond du Vaisseau toujours les mêmes, on pourra changer indifféremment sa forme & sa capacité; desorte qu'une certaine quantité d'eau, par exemple, pourra faire un effort 200 ou 300 fois plus ou moins grand, selon la manière dont elle sera employée : proposition paradoxale, mais très certaine, & d'autant plus importante, qu'elle influe sur presque toutes les Machines hydrauliques.

Expérien-  
ce à ce su-  
jet. Fig. 5.

Cette proposition se prouve par l'expérience suivante. Sur les deux petits côtés de la Cuvette *AB*, s'élèvent deux Montans *AC, BD*, creusés par dedans en coulisses,

lisses, pour recevoir les deux pieds de la Planche, Pièce EF, qui, par ce moyen, hausse & baisse, & se fixe où l'on veut avec les deux Vis C, D. En E & en F sont deux petits Piliers ouverts par le haut en fourchettes, pour recevoir deux Léviérs G, H, terminés de part & d'autre par deux portions de Poulies, dont les gorges ont pour centre celui du mouvement dans la fourchette.

Au fond de la Cuvette est attaché un Trépied de fer, qui porte un Cilindre creux de métal IK, dans lequel glisse un Piston qui a peu de frottement. Ces deux Pièces ensemble sont représentées par la Figure 6. Le Cilindre reçoit à vis plusieurs Vaisseaux de verre, représentés par les Figures 5, 7, 8, garnis par le bas d'une Virole de cuivre, & par le haut, d'une large Cuvette. La hauteur de tous ces Vaisseaux est égale, mais leurs figures & leurs capacités sont fort différentes.

Quand un de ces Vaisseaux est adapté au Cilindre, comme dans la Figure 5, deux Poids L, M, qui tirent sur les Léviérs, tendent à élever perpendiculairement le Piston, par le moyen d'une Verge de métal N, & d'un double Cordon attaché en G & en H, & qui traverse une Mortaise pratiquée à la Pièce EF.

La Figure 9 représente une espèce de Lanterne cubique de métal, garnie de glaces, à laquelle s'ajuste le Cilindre de la Figure 6, & quelqu'un des Vaisseaux de verre dont on vient de parler. Au fond de la Lanterne est fixée une Poulie O, qui renvoie un bout de chaîne du Piston à la Tige N de la Figure 5, desorte que cette

Planche  
XV.  
Fig. 5.

Pièce étant placée sur le Trépied dans la Cuvette, le jeu des Léviérs fait mouvoir le Piston dans une direction horizontale.

Les Poids L & M sont deux petits Sceaux, ou deux Bassins de Balance; & l'on a pratiqué en K un Robinet pour l'écoulement de l'eau.

Si l'on remplit d'eau le Vaisseau cylindrique, quand il est monté à la Machine, comme dans la *Figure 5*, & que les Poids L; M, soient tels, qu'ils enlèvent à peine le Piston; le même effet subsiste, quoiqu'on

Fig. 7. 8. substitue à ce Vaisseau ceux des *Figures 7 & 8*, dont les capacités sont très différentes.

Les mêmes Poids sont encore nécessaires & suffisans, si l'on place sur le Trépied les Pièces représentées par la *Figure 9*, & que l'on mette de l'eau à la même hauteur que dans les expériences précédentes, à compter du dessous de la Poulie O.

Effets sur-  
prenans de  
ces expé-  
riences.

Comme on n'est pas obligé d'augmenter, & qu'on ne peut pas non plus diminuer les Poids, lorsqu'on emploie le plus grand ou le plus petit des trois Vaisseaux, pourvu que l'eau soit toujours à même hauteur; c'est donc que les Liquides ne pesent pas sur le fond de leur Vase en raison de la quantité, mais selon la largeur de ce fond, & leur hauteur perpendiculaire. Et puisqu'il faut aussi, pour tirer le Piston horizontalement, autant de force que pour soulever la même quantité d'eau dans une direction verticale, c'est une preuve que la pression latérale des Liqueurs équivaut à celle qui se fait perpendiculairement à même hauteur.

Cause de Pour expliquer ces faits surprenans, examinons comment la chose se passe dans  
ces effets, & leur ex- cha

chacun des Vaisseaux. La masse cylindrique d'eau, qui est dans le Vaisseau I K N, peut être considérée ou comme un faisceau de petites colonnes contenues sous une enveloppe commune, ou comme des tranches orbiculaires posées en pile les unes sur les autres; voyez la *Figure 10*. De quelque façon qu'on la considère, il est évident que la base *ab* est chargée de la somme totale, ou des colonnes ou des tranches, & que si l'on connoit seulement le poids d'une d'entre elles, on saura le poids de toute la masse, parce que la largeur de la base donne le nombre des colonnes, ou bien la hauteur de l'eau au-dessus de la base détermine celui des tranches. D'où il suit que, dans un Vaisseau cylindrique posé perpendiculairement à l'horizon, les Liqueurs, eu égard à la base, ne pesent pas autrement que les Solides.

Dans le Vase représenté par la *Figure 8*, dont la coupe selon l'axe, se voit en la *Figure 11*, il est encore facile de voir que la base *cd* ne porte que les colonnes qui reposent perpendiculairement dessus, les autres étant soutenues par les parois, comme par des plans inclinés. Si *cd* est égal à *ab* de la *Figure 10*, il est donc visible que ces deux bases sont également chargées. La fluidité fait ici quelque chose; car c'est parce que la partie *cesd* peut se mouvoir, & exercer sa pesanteur indépendamment du reste de la masse, qu'elle charge la base de son poids. Si cette masse totale étoit composée de tranches orbiculaires, mais solides, comme *gb*, *ik*, &c. elle seroit toute soutenue sur les côtés du Vase, & le fond

*cd* ne porteroit que la dernière tranche infiniment mince.

Planche

XV.

Fig. 7.

Fig. 12.

D. Mais comment la base du Vase de la *Figure 7* est-elle aussi chargée que celle des deux autres? Puisqu'il n'y a que la petite colonne *nn* *Figure 12*, qui ait toute sa hauteur, les parties voisines *oo* doivent-elles être également comprimées?

R. Voici la réponse à cette question. Que ces parties du Vase soient pressées, cela s'entend facilement, puisqu'elles portent une partie du Fluïde, qui est pesant; & on a expliqué comment non seulement celles-ci, mais encore toutes les autres *pp*, *qq*, participent à cette pression; mais qu'elles soient autant pressées que la partie *n*, c'est ce qu'on a peine à concevoir.

On voit bien que la colonne *nn* doit communiquer sa pression en *o* & en *q*, par les globules qu'elle tend à écarter; mais comme la force avec laquelle elle agit sur ces deux parties, a une direction oblique sur l'une & sur l'autre, & qu'une force qui s'exerce obliquement, n'est point égale à celle qui est directe, il semble que la pression en *p* & en *q* ne peut jamais égaler celle qui se fait en *n*. Il faut convenir que cette égalité n'est pas démontrée à la rigueur; mais l'expérience n'y laisse appercevoir aucune différence, & l'on conçoit que celle qui peut y être, est infiniment petite, si l'on considère, 1. que les molécules des Corps liquides sont très petites, & 2. qu'elles ne se touchent point d'aussi près, que quand les causes de la liquidité viennent à cesser.

Avec ces deux principes on peut rendre  
rai.



raison du fait en question ; car ces molécules étant infiniment petites , quand bien même elles ne seroient qu'infiniment peu écartées les unes des autres , comme dans la *Figure 13*, l'action d'une de ces molécules poussées entre deux autres , devient infiniment peu oblique , c'est-à-dire presque directe , comme dans la *Figure 14*. Ce qui rend cette idée vraisemblable , c'est que la pression latérale est bien moins grande dans les Fluides grossiers , comme le sable , & qu'elle diminue & cesse entièrement dans les matières qui passent de l'état de Liqueurs à celui de Corps solides , parce qu'alors les parties se rapprochent & se pelotonnent.

D. La différence du poids , ou de la densité , suffit-elle pour séparer les parties de deux Liqueurs qu'on a mêlées ensemble ?

R. Oui , pourvu que d'autres causes plus fortes n'empêchent cet effet. C'est ce que l'Eau , même , prouve l'expérience suivante. Dans un Vase de verre divisé en deux parties , qui communiquent par un petit canal d'une ligne & demie de diamètre , il faut mettre d'abord du Vin rouge jusqu'en A , ensuite achever de l'emplir avec de l'Eau , & l'exposer en quelque endroit où il ne soit point agité. De l'extrémité du canal A on voit aussitôt s'élever une petite colonne de Vin , qui se repand ensuite sur la superficie de l'Eau ; & peu à peu tout le Vin passe ainsi à la place de l'Eau , & celle-ci à la place du Vin.

Dans cette expérience les particules de l'Eau descendent , parce qu'étant plus pesantes que celles du Vin , elles font plus d'effort pour occuper le fond du Vase , que

Planche XV.  
Fig. 13. & 14.  
Séparation de deux Liqueurs comme du Vin & de l'Eau , mêlées ensemble.  
Fig. 15.

celles-ci n'ont de force pour leur résister.  
 Autre expérience qui prouve la même  
 chose. Soit une Phiole cylindrique, qui  
 contient 5 Fluides différens, 1. du Mercure,  
 2. de l'Huile de Tartre, 3. de l'Esprit-de-Vin,  
 4. de l'Esprit de Térébentine, 5. de l'Air.  
 Quand le Vase est en repos, toutes ces ma-  
 tières occupent les places qui conviennent  
 à leur pesanteur spécifique. Le Mercure  
 se tient au fond, l'Huile de Tartre immé-  
 diatement au-dessus, après celle-ci l'Esprit-  
 de-Vin, l'Esprit de Térébentine, & l'Air au-  
 dessus de tout.

Séparation  
 de 5 diffé-  
 rens Fluides.  
 Planche  
 XV.  
 Fig. 16.

*D.* Dans quel cas deux Liqueurs de den-  
 sités différentes peuvent-elles être en équi-  
 libre ?

*R.* L'équilibre a lieu lorsque ces Liqueurs  
 ayant la même base, leurs hauteurs perpen-  
 diculaires à l'horizon sont en raison réci-  
 proque de leurs densités ou pesanteurs spé-  
 cifiques. Voici une expérience qui le prouve.

Fig. 17.

Versez dans le Siphon renversé ECD,  
 du Mercure, jusqu'à ce que la surface de  
 part & d'autre soit d'une demi-graduation  
 plus élevée que la ligne CD; après quoi  
 versez de l'Eau dans la branche CE. Lor-  
 que la colonne d'Eau mesure 14 gradua-  
 tions, le Mercure se trouve d'une gradua-  
 tion plus élevé dans la branche D, que  
 dans l'autre.

On sait que le poids de l'Eau est à celui  
 du Mercure, comme 1 est à 14; les hau-  
 teurs de ces deux Liqueurs en équilibre,  
 sont donc en raison réciproque des den-  
 sités, puisque l'Eau se tient 14 fois aussi  
 haute, comme le Mercure est 14 fois aussi  
 pesant. Cette vérité étant une fois connue,  
 il est toujours aisé de savoir le rapport des  
 densi-  
 densi-

densités de plusieurs Liqueurs, en comparant ainsi leurs hauteurs, lorsqu'elles sont en équilibre.

D. Quelle pression éprouve un Corps solide plongé dans un Liquide? Pression qu'éprouve un

R. Un Corps solide entièrement plongé, est comprimé de tous côtés par la Liqueur qui l'entoure; & la pression qu'il éprouve, est d'autant plus grande, que la Liqueur a plus de densité, & qu'il est plus profondément plongé. C'est ce que prouve l'expérience suivante.

Plongez dans un grand Vase plein d'eau claire, A, une petite Vessie remplie d'eau colorée, & liée à un Tube de Verre B, qui est ouvert par les deux bouts. Quand la Vessie est entièrement plongée, l'eau colorée commence à monter dans le Tube, & elle s'y élève de plus en plus, à mesure que l'on plonge plus avant, de manière qu'elle est toujours aussi haute que la superficie de l'eau contenue dans le grand Vase. Expérience à ce sujet. Planche XV. Fig. 11.

Pourquoi l'eau colorée s'élève-t-elle dans le Tube pendant l'immersion? N'est-ce pas parce que la Vessie est comprimée, & que sa capacité est diminuée? La compression augmente d'autant plus, que la Vessie est plongée plus avant: marque certaine, que la pression de l'eau, qui produit cet effet, augmente aussi; & il faut bien qu'elle augmente, puisque le corps plongé se trouve alors chargé de colonnes plus hautes. L'eau colorée s'élève dans le Tube, à mesure qu'il s'avance vers le fond, mais jamais elle n'excède la superficie de l'eau du Vase, parce que les deux Liqueurs étant de même densité, quand elles se mettent en équilibre, leurs hauteurs doivent être égales.

Cause de la  
chute d'un  
Corps soli-  
de au fond  
d'un vase  
plein de  
Liquueur,  
& quelle  
est l'inten-  
sité de cet-  
te chute.  
Balance  
hydrostati-  
que.  
Planche  
XVI.  
Fig. 1.

*D.* Lorsqu'un Corps solide tombe au fond d'un Vase plein de Liquueur, à quoi doit-on attribuer sa chute, & avec quelle intensité cette chute se fait-elle?

*R.* L'expérience suivante servira à éclaircir cette question. Soit une Balance hydrostatique, qui a pour base une Caisse doublée de plomb, mais qui n'est point représentée dans la Figure. Les trois Vaisseaux de verre A, B, C, se montent à vis sur leurs pieds, qui communiquent avec un Canal caché sous le couvercle de la Caisse. Ce Canal est garni de 4 Robinets D, E, F, G, dont les deux derniers ouvrent des communications entre les trois Vases, desorte que celui du milieu étant rempli d'eau, ou de quelque autre Liquueur, ceux des côtés ensemble, ou l'un sans l'autre, peuvent s'emplier par le fond. Les Robinets D, E, servent à évacuer dans la Caisse, les Vases des côtés, & même celui du milieu, si les communications sont ouvertes. Le chapiteau du grand Vase porte un fleau de Balance avec deux petits Bassins, sous lesquels sont deux petits Crochets tournans *b*, *k*, auxquels on suspend les corps qu'on veut peser, dans les Vases des côtés auxquels ils répondent.

Cet Instrument assorti de toutes ses pièces, peut s'employer commodément pour faire toutes les expériences, qui ont rapport à cette partie de l'Hydrostatique qui traite de la pesanteur & de l'équilibre des Solides plongés dans les Liquides (a).

Lors.

(a) Nous donnerons ci-après à la pag. 403, & suiv. la description & la Figure d'une autre sorte de Balance hydrostatique.

Lorsque le Vase B est presque plein d'eau Planche on y fait plonger une Bille d'ivoire , sus- XVI.  
pendue par un fil au bras de la Balance, Fig. 1.  
comme dans la Figure 2. Si l'on ne met Fig. 2.  
rien dans le Bassin opposé, cette Bille tombe au fond du Vase. Si l'on charge le Bassin opposé pour tenir la Bille en équilibre dans l'eau, le poids qu'on emploie est toujours beaucoup moindre que celui de la Bille pesée dans l'air.

Dans cette expérience la Bille tient la place d'un volume d'eau; mais comme ce Corps solide est plus dense ou plus pesant, l'eau qui est dessous doit céder, non pas à tout son poids, mais à l'excès qu'il a sur elle: c'est pour-quoi, pour empêcher la Bille plongée de tomber au fond, il n'est pas besoin de mettre dans le Bassin opposé, un poids qui soit égal au sien; mais seulement une quantité qui égale celle dont l'ivoire surpasse un pareil volume d'eau.

Un Corps qui s'enfonce sous l'eau, n'augmente pas en poids par l'accroissement de la colonne qu'il laisse au-dessus de lui, puisque le poids de cette colonne est toujours contrebalancé par la résistance de celle qui est dessous, & que cette résistance est soutenue par la pression des colonnes voisines, qui égalent en hauteur celle qui pèse sur le Corps plongé. La chute de ce Corps n'est donc l'effet que de sa plus grande quantité de matière, qui lui donne la force de déplacer continuellement une quantité de Liqueur, qui ne lui est égale qu'en volume. Jamais un Corps ne tombe avec toute l'intensité de sa pesanteur absolue; car en quelque lieu que se fasse sa chute, il est toujours plongé dans un Milieu matériel,

dont il déplace un volume semblable au sien; ainsi, comme à la Bille de notre expérience, il ne lui reste, pour se porter de haut en-bas, que sa pesanteur respective.

Planche  
XVI.  
Fig. 2.

Voici une autre expérience qui confirme la même vérité. Disposez dans un large Récipient, A A, une Balance fort exacte & fort mobile, de manière qu'on puisse élever le fieu, en tirant la Tige B. Avant que de faire le Vuide, il faut avoir mis en équilibre une petite Balle de plomb d'une part, & de l'autre une grosse Boule creuse de papier.

L'effet qui résulte de là, c'est que la Boule de papier, qui étoit bien en équilibre dans l'air avec la Balle de plomb, se trouve plus pesante que cette Balle dans le Vuide. La raison en est, que la Boule de papier dans l'air n'a que sa pesanteur respective à opposer au plomb; au-lieu que dans le Vuide elle jouit de sa pesanteur absolue, n'étant soutenue sensiblement par aucun Fluïde. Or la pesanteur absolue est toujours plus grande que la pesanteur respective, puisque celle-ci n'est qu'un restant de celle-là.

On répondra que le plomb dans le Vuide revient aussi à sa pesanteur absolue; mais il est prouvé que quand des volumes en équilibre diffèrent entre eux, ce qu'ils reprennent de leur pesanteur, quand ils cessent d'être plongés, n'est point égal de part & d'autre.

Pourquoi  
on tire fa-  
cilement  
un homme  
hors de  
l'eau.

Ce qu'on vient de dire peut servir à rendre raison du fait suivant, & de quantité d'autres de même nature. Pourquoi sauve-t-on sans peine une personne qui est en danger de se noyer, quand on peut la saisir par la partie la plus fragile de ses vêtements.

temens, tandis que pareil secours ne suffit pas à quelqu'un qui seroit prêt de tomber par une fenêtre? C'est qu'un homme dans l'eau, n'a quelquefois pas une livre ou deux de pesanteur respective, & qu'il en a assez souvent plus de cent trente dans l'air.

D. Combien un Corps solide, plongé dans une Liqueur, perd-il de son poids?

Combien un Corps solide plongé dans une Liqueur perd de son poids.

R. Il en perd autant que pèse le volume de la Liqueur qu'il déplace. Si le volume de la Liqueur déplacé pèse deux onces, & que le corps plongé en pèse quatre, celui-ci perd la moitié de son poids, & la force qu'on emploiera pour l'empêcher de tomber au fond du Vase n'aura plus que deux onces à soutenir. C'est ce que prouve l'expérience suivante.

Soit un petit Cilindre de métal L, représenté dans le Vaisseau de verre A, lequel Cilindre soit capable de remplir exactement l'autre petit Vaisseau M sous lequel il est suspendu. On attache le tout, on le met en équilibre avec le poids N au fléau de la Balance, & l'on fait venir de l'eau dans le Vase A, jusqu'à ce que le petit Cilindre soit entièrement plongé. Par l'immersion du Corps L, le poids N devient trop pesant, l'équilibre cesse; mais il se rétablit, dès qu'on emplit d'eau le petit Vase M.

Expérience à ce sujet. Planche XVI. Fig. 1.

Tout cela s'explique facilement. Dès que le petit Cilindre est plongé, il devient trop léger, parce que l'immersion lui ôte une partie de son poids; mais comme cette quantité qui lui manque, est égale en pesanteur au volume d'eau déplacé, l'équilibre se rétablit, lorsqu'on charge le bras de

Explication des effets qu'elle produit.

la Balance d'une quantité d'eau qui a la même grandeur que le Corps plongé.

Seconde  
Expérience.

Planche  
XVI.

Fig. 1.

Fig. 3.

Explication,

Troisième  
expérience.

Fig. 4.

Explication.

Autre expérience. Mettez en équilibre aux bras de la Balance hydrostatique décrite ci-dessus, une Bille d'ivoire & une Balle de plomb, & faites venir l'eau, comme on l'a dit, dans les deux Vases auxquels répondent ces deux Corps représentés dans la *Figure 3*. Dès qu'il y aura assez d'eau dans les Vases pour plonger la Bille & la Balle, le fleau de la Balance ne pourra plus demeurer dans une situation horizontale, le plomb emportera l'ivoire.

Dans cette seconde expérience, le plomb & l'ivoire perdent une partie de leur poids dans l'eau, mais ces quantités perdues sont inégales entre elles; car elles sont proportionnelles aux volumes d'eau déplacés, & le plomb en déplace moins que l'ivoire; celui-ci perd donc plus que l'autre de sa première pesanteur, ce qui rompt l'équilibre.

Troisième expérience. Tenez en équilibre aux bras de la Balance de la *Figure 4*, deux Billes d'ivoire bien égales en gros-seur; emplissez d'eau les deux Vases auxquels elles répondent; ensuite l'un des deux ayant été vidé, substituez à l'eau qu'il contenoit, de l'eau-de-vie, ou de l'esprit-de-vin. Tant que les deux Vases sont pleins d'eau, l'équilibre subsiste entre les deux Billes plongées. Lorsque l'une des deux Billes plonge dans l'eau & l'autre dans l'esprit-de-vin, ou dans l'eau-de-vie, celle-ci emporte la première.

Lorsque les deux Billes sont plongées dans l'eau, elles restent en équilibre, parce que leur immersion dans la même eau ôtant des quantités égales à des quantités éga-



égales, les restans doivent être égaux. Mais, quand l'une des deux Billes est plongée dans une Liqueur moins dense que l'eau, elle est moins soutenue, elle perd moins de son premier poids, sa pesanteur respective est plus grande, elle l'emporte sur l'autre.

Quatrième expérience. Soit une petite Phiole de verre A, pleine d'esprit-de-vin, & dans laquelle on a enfermé une petite figure d'émail, qui se tient pour l'ordinaire en-haut, parce qu'elle est plus légère qu'un pareil volume de la Liqueur dans laquelle elle est. La Phiole aboutit à un Bain-marie, qu'on fait chauffer par le moyen d'une petite lampe qu'on allume dessous. Quand l'esprit-de-vin a reçu un certain degré de chaleur, on voit descendre la petite figure au fond de la Phiole, & elle remonte lorsque la Phiole est refroidie.

Quatrième  
expérience.  
Planche  
XVI.  
Fig. 5.

Lorsque l'esprit-de-vin est chaud, il est moins dense que quand il étoit froid, ses parties sont plus rares, plus écartées les unes des autres, & il y en a moins dans le volume mesuré par la figure d'émail; il n'est donc plus capable de soutenir cette figure, qui va alors au fond de la Phiole, où elle demeure, jusqu'à ce que l'esprit-de-vin venant à se refroidir & à se condenser, se trouve en état de la soutenir & de la soulever. La figure d'émail se dilate aussi, à la vérité, par la chaleur, mais beaucoup moins que la Liqueur où elle est plongée.

Explication.

Cinquième expérience. Remplissez d'eau une Bouteille longue de verre, telle qu'est celle qui est représentée par la Figure 6; bouchez-la avec un morceau de Vessie mouillée, que vous étendrez sur l'orifice, & que vous arrêterez autour du cou avec

Cinquième  
expérience.  
Fig. 6.

Planche  
XVI.  
Fig.. 6.

un fil. Mettez dans cette Bouteille, une petite figure creuse d'émail, plus légère que la Liqueur, & au pied de laquelle on ait pratiqué un petit trou, comme pour passer une épingle.

Lorsqu'on appuie avec le bout du doigt sur la Vessie, la petite figure descend au fond de la Bouteille, & y demeure tant que la même pression subsiste. Si l'on appuie moins fort, ou que l'on cesse d'appuier, elle remonte aussitôt. Si l'on modère la pression, lorsqu'elle est en chemin pour descendre, elle se tient à tel endroit que l'on veut. Si l'on presse la Vessie, comme par secousses, la petite figure pirouette sur elle-même. Ces effets sont les mêmes quand on renverse la Bouteille, & que la pression se fait de bas en haut.

Fig. 7.

On peut donner à cette expérience un air de mystère, en arrangeant, comme dans la *Figure 7*, plusieurs Tuyaux dans un Chassis, & en faisant la pression nécessaire sur leurs orifices, d'une manière cachée aux yeux du Spectateur, soit par des Leviers de renvoi, soit par des cordons cachés dans l'épaisseur des bois, ou autrement.

Explication des effets qui résultent des expériences précédentes.

Pour expliquer les effets de cette cinquième expérience, il faut savoir, 1. que les Liqueurs, ou ne se compriment point, ou ne se compriment que difficilement; 2. que l'Air, au contraire, peut être comprimé avec beaucoup de facilité. La figure d'émail est remplie d'air, & plongée dans l'eau; elle est donc pleine d'une matière compressible, & environnée d'une autre qui ne l'est point. Quand on appuie avec le doigt sur la Vessie, on presse toute la masse de l'eau qui est dans la Bouteille, la

CO-

colonne qui répond au petit trou , ne pouvant rentrer sur elle-même à cause de son inflexibilité, porte tout l'effort qu'elle reçoit de la pression contre l'Air qui est dans la figure; &, comme ce Fluïde peut être resserré dans un moindre espace, il cède à l'eau une partie de celui qu'il occupe; alors la figure d'émail est plus pesante qu'elle n'étoit, puisqu'on doit la considérer comme un composé d'émail, d'air plus condensé, & d'un peu d'eau qu'elle a reçue. Si le tout ensemble est plus pesant que le volume d'eau correspondant, il va au fond; il remonte au contraire, quand il est plus léger, c'est-à-dire, quand une moindre pression pousse moins d'eau dans la figure, ou qu'on laisse à l'air comprimé la liberté de repousser par son ressort celle qui est entrée.

On conçoit donc aisément qu'en ménageant cette pression du doigt, on retient dans la figure une quantité d'eau, telle que le tout ensemble est en équilibre dans la masse. Comme le petit trou par où l'eau peut entrer ou sortir, est pratiqué à l'une des deux jambes, c'est-à-dire, sur le côté de ce petit Corps plongé, si le Fluïde qui y passe, est poussé ou repoussé avec une grande vitesse, l'impulsion oblique doit faire tourner la figure sur elle-même: car étant ainsi suspendue dans l'eau, c'est comme si elle étoit mobile sur deux pivots, ou sur un axe. Cette figure devient donc tantôt plus légère, tantôt plus pesante, que la Liquueur où elle est plongée, non parce que le volume d'eau correspondant change de densité ou de grandeur, mais parce que le Corps plongé devient lui-même alternativement

plus dense & plus léger de matière, sans changer de volume.

Consé-  
quences  
qui suivent  
de cette  
proposi-  
tion :

Qu'un So-  
lide plongé  
perd au-  
tant de son  
poids, que  
pese le vo-  
lume de la  
Liquueur  
déplacée.

Nous avons dit ci-dessus, *page 393*, qu'un Corps solide plongé dans une Liquueur, perd autant de son poids, que pese le volume de la Liquueur qu'il déplace; & c'est ce que prouvent aussi les cinq expériences que nous venons de rapporter. Mais cette proposition a plusieurs conséquences, auxquelles il est bon de faire attention, & que nous allons déduire en peu de mots.

Il suit 1. de cette proposition, qu'à quantités égales de matière, plus les corps sont grands, plus ils perdent de leur poids par l'immersion. Une livre d'ivoire doit donc être plus soutenue dans l'eau qu'une livre de marbre. 2. Plus le volume de Liquueur déplacé est matériel, plus le Corps plongé est soutenu. 3. Comme la densité est plus ou moins grande, non seulement dans différens Fluides, mais quelle peut aussi varier dans le même par le froid, par le chaud, ou autrement, & que les Solides que l'on plonge, sont susceptibles des mêmes variations, il peut arriver que la pesanteur respective d'un même Corps varie, quoique dans la même Liquueur.

C'est à l'aide des principes qu'on vient d'établir, qu'on peut rendre raison des faits contenus dans les questions suivantes.

Comment  
les Pois-  
sons des-  
cendent &  
s'élèvent  
de bas en-  
haut dans  
l'eau.

*D.* Pourquoi quantité de Poissons s'élèvent-ils de bas en-haut dans l'eau, & pour-quoi y descendent-ils avec une égale facilité, quand leurs besoins l'exigent?

*R.* Cette question à laquelle on a déjà répondu dans le Chapitre précédent, ne peut être bien éclaircie que par les principes qui viennent d'être établis dans ce

lui-

lui-ci. La plupart des Poissons ont une double Vessie remplie d'air, qui est un Fluïde à ressort, à l'aide duquel ils augmentent ou diminuent le volume de leur corps, quand ils veulent ou s'élever ou descendre.

On conçoit, en effet, que le Poisson augmentant en grandeur, sans augmenter de matière, peut devenir plus léger que le volume d'eau auquel il répond actuellement; & qu'au contraire, s'il diminue son propre volume, il déplace moins d'eau, & qu'il peut se rendre de cette manière plus pesant que le Fluïde qui s'oppose à sa chute.

Voici ce qui rend cette explication vraisemblable. Si vous dilatez l'air de la double Vessie, en mettant le Poisson dans le Vuide, il fera de vains efforts pour aller ou pour rester au fond de l'eau, il surnagera malgré lui; il éprouvera un effet tout contraire, si vous le privez de cet air intérieur, soit en crévant la double Vessie, soit en la vidant en partie.

D. Pourquoi les Animaux qui se noient, après avoir été d'abord au fond de l'eau, reparoissent-ils quelque tems après à la surface, & pourquoi communément ces apparitions recommencent-elles plusieurs fois?

R. Nous avons dit un mot sur cette question dans le Chapitre précédent; mais voici de quoi y répandre un nouveau jour. Ces Animaux vont d'abord au fond de l'eau, parce qu'ils sont plus pesans qu'elle. Il reparoissent à la surface, ils disparaissent ensuite, parce qu'ils deviennent alternativement plus pesans & plus légers que le volume d'eau auquel ils répondent. Lorsqu'un Animal commence à se corrompre, il

il devient gonflé & tendu comme un ballon; son volume augmente, il faut donc qu'il surnage. La corruption augmente-t-elle, il se fait des dissolutions & des évacuations, qui donnent lieu aux parties les plus solides de s'affaïsser & de se rapprocher, le volume total diminue, & répond à une moindre quantité d'eau qui n'est plus en état de le soutenir.

Pourquoi on se garnit le corps de vessies pour apprendre à nager.

*D.* Pourquoi ceux qui apprennent à nager, se garnissent-ils le corps de vessies pleines d'air, ou de calebasses?

*R.* C'est afin que ces volumes auxiliaires les mettent en état de se soutenir plus facilement sur l'eau. Un Corps quelconque n'a pas besoin que son propre volume soit augmenté pour surnager, il suffit qu'il soit uni à quelque autre matière plus légère que le Fluïde où il est plongé, & que le tout ensemble pèse moins que le volume correspondant.

Quantité de Liqueur mesurée par un Solide moins pesant que la Liqueur où il est plongé.

*D.* Qu'arrive-t-il à un Corps solide, qui est moins pesant qu'un pareil volume de la Liqueur dans laquelle il est plongé?

*R.* Il surnage en partie, & ce qui reste plongé mesure une quantité de Liqueur qui pèse autant que le Corps entier. C'est ce qu'on prouve par les expériences suivantes.

Expérience qui détermine cette quantité.

Planche XVI.  
Fig. 8.

Mettez de l'eau à peu près jusqu'aux deux tiers du Vase de verre de la *Figure 8*, & faites une marque à cette hauteur. Plongez-y ensuite une Boule de cire bien ronde *a*, & presque aussi grosse que le Vaisseau est large. Cette immersion élève la surface de l'eau; on en ôte par le Robinet *b*, tant que la surface soit baissée jusqu'à la marque où elle étoit en premier lieu.

lieu; on retire la Boule, on l'essuie, & on la pèse contre la quantité d'eau qu'on a tirée du Vase. Planche. XVI. Fig. 8.

A très peu de chose près, la Boule & cette quantité d'eau déplacée par son immersion se font réciproquement équilibre. Cet équilibre prouve donc, que la partie plongée mesure une quantité de Liqueur qui pèse autant que le Corps entier.

Lorsqu'un Corps surnage, sa partie plongée est toujours d'autant plus petite, que la Liqueur est plus dense, ou qu'il est lui-même moins pesant.

Plongez dans un petit Vase long & étroit, A, rempli de quelque Liqueur jusqu'aux trois quarts de sa capacité; une petite Bouteille de verre très mince, qui ait un long cou gradué B, & qui soit lestée au fond avec un peu de Mercure, afin qu'elle se tienne dans une direction perpendiculaire. On donne communément le nom d'Aréomètre, ou Pèse-liqueur, à cette petite Bouteille à long cou. Autre expérience. L'Aréomètre, ou Pèse-liqueur. Fig. 9.

L'Aréomètre s'enfonce plus ou moins dans le Vase, selon que la Liqueur est plus ou moins dense. Il descend plus profondément dans le Vin que dans l'Eau, & dans l'Eau-de-vie encore plus que dans le Vin. Sa partie plongée soulève autant de Liqueur qu'il en faut pour faire équilibre à l'Instrument entier. S'il pèse une once, par exemple, il soulève moins d'Eau que de Vin, quant au volume, parce qu'il faut plus de Vin que d'Eau pour le poids d'une once; &, comme il ne fait monter la Liqueur qu'en s'enfonçant, il doit donc plonger plus avant dans celle qui est la plus légère.

L'A.

Pourquoi  
on pour-  
roit faire  
des Bar-  
ques de  
plomb qui  
ne s'enfon-  
ceroient  
pas dans  
l'eau.

L'Aréomètre ne se soutient point en vertu du verre ou du Mercure dont il est fait, mais seulement parce qu'il a, avec peu de solidité, un volume considérable qui répond à une quantité d'eau plus pesante. Ainsi l'on pourroit faire des Barques de plomb, ou de tout autre métal, qui ne s'enfonceroient pas. Et en effet, les chariots d'artillerie portent souvent, à la suite des Armées, des Gondoles de cuivre, qui servent à établir des Ponts pour le passage des Troupes.

Autre es-  
pèce d'A-  
réomètre.  
Planche  
XVI.  
Fig. 9.

Plusieurs Physiciens se sont servis, pour peser les Liqueurs, d'un petit Vaisseau de verre mince C, auquel on a pratiqué à côté du cou un petit Tuyau montant, par le moyen duquel on a prétendu emplir la Bouteille toujours également, parce qu'il est plus facile d'estimer la hauteur juste de la Liqueur dans un petit Tuyau, que dans le cou de l'Instrument où la surface est plus étendue. Mais cette méthode est sujette à plusieurs inconvéniens; le plus grand de tous, c'est que le Tuyau montant est fort étroit, & que les Liqueurs ne s'y mettent point de niveau; la plupart s'y tiennent plus élevées, & cet excès n'est pas le même pour toutes.

Troisième  
sorte d'A-  
réomètre.  
Fig. 10.

Voici encore une autre sorte de Pèse-Liqueur. Z est une Boule concave de verre, surmontée par un petit Tuyau *ebad*, au bas de laquelle se trouve une autre petite Boule Y, que l'on emplit de Mercure, ou de dragée de plomb, afin que cet Instrument puisse se tenir dans la Liqueur dans une situation perpendiculaire. Si le poids de ce Pèse-liqueur est tel, qu'il s'enfonce dans l'Eau jusqu'à *a*, il plongera plus pro-  
fon-



fondément dans des Liqueurs plus légères; planche il s'enfoncera donc dans le Vin jusqu'à *b*, XVI. & dans l'Eau-de-vie jusqu'à *c*. Mais si on Fig. 10. le plonge dans des Liqueurs plus pesantes que l'Eau, il ne s'enfoncera pas si profondément; il ne descendra donc dans la Bière que jusqu'à *d*, & toujours d'autant moins que la Liqueur, dans laquelle on le plongera, pesera davantage.

Lorsqu'on veut se servir de l'Aréomètre, Remar- & sur-tout de celui qui est représenté par ques sur la Figure 9, A B, il faut que les Liqueurs les Aréo- dans lesquelles on le plonge, soient exacte- mètres. ment au même degré de chaleur ou de Fig. 9. froid, afin qu'on puisse être sûr que leur différence de densité ne vient point de l'une de ces deux causes, & que le volume de l'Aréomètre même n'en a reçu aucun changement. Il faut aussi que le cou de l'Instrument, sur lequel sont marquées les graduations, soit par-tout d'une grosseur égale; car s'il est d'une forme irrégulière, les degrés marqués à égales distances, ne mesureront pas des volumes de Liqueur semblables en se plongeant. On doit encore avoir soin que l'immersion se fasse bien perpendiculairement à la surface de la Liqueur, sans quoi l'obliquité empêcheroit de compter avec justesse le degré d'enfoncement. Quand l'Aréomètre passe d'une Liqueur à l'autre, on doit bien prendre garde que sa surface ne porte aucun enduit, qui empêche que celle où il entre ne s'applique exactement contre sa surface.

A la Balance hydrostatique, dont nous Balance avons donné ci-dessus la description (a), hydrostati- nous que.

(a) Voyez la page 390, Planche XVI. Fig. 1.

nous allons en joindre une autre, qui nous a paru extrêmement commode, mais qui est faite différemment de la précédente. On ne sauroit trop faire connoître cette sorte d'Instrument, à cause du grand nombre d'usages auxquels on l'emploie, lorsqu'on veut se former une idée juste de la pésanteur des Fluides & des Solides.

Planche  
XVI.  
Fig. II.

La Colonne de bois C se dresse sur une table, & est affermie par un Ecrou, qui s'applique à une Vis au-dessous de la table, dans laquelle est pratiqué un trou rond que cette Vis traverse. Cette Colonne est percée depuis z. jusqu'à y, & est aplatie par devant & par derrière, tout du long de l'ouverture, qui est par-tout de la même largeur.

A cette Colonne on en joint une plus petite G, après avoir mis entre-deux l'Anneau de bois E, au dedans duquel passe une Vis, qui entre aussi dans la petite Colonne G creusée en dedans, où il y a un Ecrou, de sorte qu'elle peut facilement être affermie. On place quelquefois au-dessus de la petite Colonne G, lorsqu'elle est jointe avec la Colonne C, un Chapiteau, lequel est affermi ensuite à l'aide de la Vis qui traverse & déborde la petite Colonne G, & peut par conséquent pénétrer dans le Chapiteau. On applique à la petite Colonne le Bras A, qu'on affermit par le moyen de l'Ecrou F.

On suspend la Balance I à deux Cordons, pour empêcher le mouvement horizontal du Fleau. Dans cette même vue, on introduit l'Anneau i, auquel tient la Chasse de la Balance, dans la petite Règle de bois BB, & on soutient cet Anneau par le moyen

yen

yen de la Cheville *b*, qui traverse l'Anneau Planche & la Règle. On peut empêcher encore d'un autre manière le mouvement horizontal de cet Anneau, en le suspendant à deux Crochets attachés à la Règle B B. XVI.  
Fig. 11.

Les Cordons par lesquels la Règle est soutenue, sont parallèles, & passent sur des Poulies attachées au Bras *A*; delà on les fait descendre, & passer sous deux Poulies attachées au bas & à côté de la Colonne *C*, & dont une est représentée en *S*. Ces Cordons, qui deviennent alors horizontaux, tiennent à la petite Règle de bois *T*, qui est attachée au Crochet du Poids *P*, lequel est de six ou de huit livres. En retirant ou en avançant ce Poids, on hausse ou l'on baisse la Balance, comme on le juge à propos.

Pour suspendre les Bassins, il ne faut pas se servir de Cordons, mais de petites Chaines. Ces Bassins ont au centre de leur surface inférieure des Crochets, & ont outre cela, vers les bords de la même surface, trois pieds, hauts d'un demi-pouce, pour les soutenir quand ils ne sont plus suspendus. On fait tenir aux Crochets des Bassins, les Fils de cuivre *a, a*, dont les bouts inférieurs sont pliés, en sorte qu'ils forment les Crochets *c*. Mais comme ces deux Crochets n'ont pu être représentés comme il faut dans cette Figure, on peut les voir l'un & l'autre très distinctement aux lettres *c, c* de la Figure 12, où l'on a représenté la même Balance dont il est ici question.

On joint à la Colonne *C* la Planchette H L H, entourée d'un rebord, & qu'on peut affermir à différentes hauteurs. C'est sur cette Planchette qu'on place les Bassins  
de

Planche

XVI.

Fig. 11.

de la Balance, qu'on hausse tant soit peu, quand on veut saisir l'équilibre, & dont la Planchette empêche le trop grand mouvement. Cette dernière est percée en *m* & *m*; les trous répondent aux Crochets des Bassins, & les Fils de cuivre *a*, *a*, passent par ces trous.

Souvent la Table, sur laquelle est affermie la Colonne C, n'est pas exactement horizontale; en ce cas les trous de la Planchette ne répondent pas exactement aux Crochets. Pour prévenir cet inconvénient, il faut prendre quelques précautions dans la construction de la Planchette. On a représenté séparément le bras DO, qui soutient la Planchette; la queue de ce Bras traverse une ouverture qu'il y a dans la Colonne, & est affermie par le moyen de la Vis OQ. Pour le bras même, il est percé de part en part, & la fente s'étend depuis *d* jusqu'en *d*.

La surface inférieure de la Planchette HLH est aussi représentée séparément. Sur cette surface sont attachées deux Règles, entre lesquelles la Plaque de bois I peut se mouvoir de la longueur d'un peu plus qu'un pouce; cette même Plaque peut être affermie dans chaque point de ce petit espace: pour cet effet, on y adapte une petite Plaque de cuivre *q*, garnie d'une ouverture, que traverse la Vis *o*, qui tient à la Planchette HLH; c'est par le moyen de cette Vis qu'on affermit la Plaque de bois I, au milieu de laquelle est fermement attachée à angles droits la Lame de cuivre *n*, avec sa Vis *p*.

Lorsqu'on applique la Planchette au Bras DO, on introduit la Lame *n* dans la fente

te

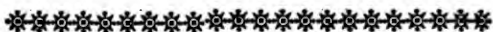
te *dd*, où elle peut se mouvoir par un es- Planche  
pace qui excède aussi tant soit peu la lon- XVI.  
gueur d'un pouce. On affermit cette *Lame* Fig. 11.  
par la *Vis q*, à l'aide de l'Ecrou *g*, après  
avoir mis entre-deux la petite *Plaque b*,  
pour ne point endommager le bois.

Quand la *Planchette* est jointe à la *Co-*  
*lonne C*, on peut, en relâchant un peu les  
*Vis o & p*, l'en éloigner, ou l'en approcher,  
par le mouvement de la *Lame n*, dans la  
fente *dd*. On peut aussi donner à la *Plan-*  
*chette* un mouvement latéral, par le mou-  
vement de la *Plaque* de bois *I* entre les  
*Règles*. Rien n'est donc plus facile que de  
disposer les trous, de manière qu'ils ré-  
pondent aux *Crochets* des *Bassins*.

Pour faire voir l'usage qu'on peut faire Usage de la  
de cette *Balance* hydrostatique, garnie de Balance  
toutes ses pièces, nous nous contenterons précédent.  
de donner pour exemple, une seule expé-  
rience, qui sert à prouver, que des *Corps*  
de même poids, mais de densité différente,  
perdent d'inégales parties de leur poids,  
quand ils sont plongés dans un même *Fluï-*  
*de*, à cause de l'inégalité des volumes.

Deux petites *Plaques* de même poids, Fig. 12.  
l'une d'étain *S*, & l'autre de plomb *P*,  
étant suspendues par des *Crins b, b*, aux  
*Crochets c, c*, qui sont les extrémités  
inférieures des *Fils* de cuivre *a, a*, il y  
aura équilibre; mais cet équilibre sera dé-  
truit, si en abaissant la *Balance*, on laisse  
descendre les *Corps* dans l'eau que con-  
tiennent les *Verres V & V*. La *Balance*  
que l'on voit ici, *Figure 12*, est la même  
que celle qui fait partie de la *Balance hy-*  
*drostatique* de la *Figure 11*, dont on vient  
de donner la description. Du reste cette  
expé-

expérience prouve la même chose que la seconde expérience de la page 394, faite avec une Bille d'yvoire & une Balle de plomb.



## C H A P I T R E   X X X I X .

### *De la Gravité ou Pésanteur spécifique de divers Corps.*

Ce que  
c'est que la  
pésanteur  
spécifique  
des Corps.

D. QU'est-ce que la Gravité ou Pésanteur spécifique des Corps ?

R. C'est leur Poids, considéré relativement à leur volume. Ainsi la Pésanteur spécifique est double, quand le Poids est double, le volume restant le même.

D'où vient  
cette pé-  
santeur  
spécifique.

D. D'où vient la différente pésanteur des Corps, tant fluïdes que solides ?

R. Elle vient de ce qu'ils contiennent sous un même volume, ou dans un espace égal, une plus grande ou une moindre quantité de matière. Ainsi les Poids sont entre eux comme les quantités de matière ; & toutes les particules de matière, pourvu qu'elles soient égales, pesent également à quelque Corps qu'elles appartiennent.

Moyen de  
bien juger  
de la pé-  
santeur  
spécifique  
d'un  
Corps.

D. Quel jugement doit-on porter des expériences faites par plusieurs Savans pour examiner les pésanteurs spécifiques de divers Corps, qu'on a rédigées en Tables.

R. Ces expériences, quelque exactes qu'elles soient, ne peuvent servir de règles, que comme des à-peu-près ; car les Individus de chaque espèce varient entre eux, quant à la densité. On ne peut pas dire,

dire, par exemple, que deux grains de sable, deux cailloux, deux morceaux de fer, &c. soient parfaitement semblables. Ainsi le seul moyen de bien juger de la pesanteur spécifique d'un Corps, c'est de le mettre lui-même à l'épreuve.

D. Quelles sont les meilleures Tables qu'on a dressées sur ces sortes d'expériences?

R. Nous avons de Mr. Richard Davies, un très bon Mémoire (a), dans lequel il a réuni toutes les expériences qu'on a faites pour découvrir les pesanteurs spécifiques d'un très grand nombre de Corps. Il commence par donner l'histoire des Physiciens qui y ont travaillé, & il finit par d'excellentes Tables, où leurs expériences se trouvent rangées sous les noms des matières.

Suivant ces Tables, qui sont au nombre de onze, l'Or le plus pesant est celui que Mr. Ward a trouvé égal à 19640 parties, dont 1000 expriment le poids d'une quantité égale d'eau. Le Mercure le plus pesant est celui que Mr. Freind a trouvé égal à 14117 de mêmes parties. Le Plomb le plus pesant monte à 11, 886 de ces parties, l'Argent à 11, 091, le Cuivre à 9, 127, le Fer à 8, 086, l'Acier à 7, 852, & l'Etain à 7, 617. Dans la Table des Demi-métaux le Bismuth le plus pesant est de 9, 859 parties, le Cinnabre de 8, 920, le Régule d'Antimoine de 7, 500, l'Aimant de 4, 930, le Lazuli de 3, 054. Dans la Table des Pierres le Grénaï de Bohême

Table de  
Mr. Davies  
pour les  
pesanteurs  
spécifiques  
des Corps.

pèse

(a) Dans les *Transactions Philosophiques*, Volume XLV, An. 1748, No. 488.

pese 4, 360, le Diamant jaune 3, 666, le Cristal 2, 724, le Sélénite 2, 322, l'Agathe 3, 598, la Turquoise de vieille roche 2, 908, le Corail 2, 894, le Caillou 2, 623, le Bois pétrifié 2, 341. Ces Tables se terminent par l'Air, évalué à 0, 00118.

**Table de** Voici une autre Table alphabétique des  
**Mr. Muf-** matières les plus connues, tant solides que  
**schen-** fluides, faites sur les expériences de Mr.  
**broeck,** Muffchenbroek (a), Professeur de Philosophie à Leyde, dont on connoit la sagacité & l'exaétitude. Les pesanteurs spécifiques de toutes les matières énoncées dans cette Table, sont comparées à celle de l'Eau commune; & l'on prend pour Eau commune celle de la pluie dans une température moyenne. Ainsi, quand on voit dans la Table, Eau de pluie 1, 000, Or de coupelle 19, 640, Air 0, 001 $\frac{1}{2}$ , c'est-à-dire que la pesanteur spécifique de l'Or le plus fin est à celle de l'Eau comme 19 $\frac{1}{2}$  à peu près, à 1; & que la gravité de l'Air n'est presque que la millièame partie de celle de l'Eau.

Acier flexible ou non trempé . . . . .	7, 738.
Acier trempé . . . . .	7, 704.
Agathe d'Angleterre . . . . .	2, 512.
Air . . . . .	0, 001 $\frac{1}{2}$ .
Albâtre . . . . .	1, 872.
Alun . . . . .	1, 714.
Ambre . . . . .	1, 040.
Amiante . . . . .	2, 913.
Antimoine d'Allemagne . . . . .	4, 000.
Antimoine de Hongrie . . . . .	4, 700.
Ardoise,	

(a) Voyez ses *Essais de Physique*, pag. 411.



# PHILOSOPHIE MODERNE. 411

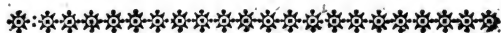
Ardoise bleue	3, 500.
Argent de coupelle	11, 091.
Bismuth	9, 700.
Bois de Brésil	1, 030.
— Cèdre	0, 613.
— Orme	0, 600.
— Gayac	1, 337.
— Ebenne	1, 177.
— Erable	0, 755.
— Frêne	0, 845.
— Bouis	1, 030.
Borax	1, 720.
Caillou	2, 542.
Camphre	0, 995.
Charbon de terre	1, 240.
— naturel	7, 300.
— artificiel	8, 200.
Cire jaune	0, 995.
Corail rouge	2, 689.
— blanc	2, 500.
Corne de Bœuf	1, 840.
— Cerf	1, 875.
Cristal de roche	2, 650.
— d'Islande	2, 720.
Cuivre de Suède	8, 784.
— jetté en moule	8, 000.
Diamant	3, 400.
Eau commune ou de pluie	1, 000.
— distillée	0, 993.
— de rivière	1, 009.
Ecaillés d'Huitres	2, 092.
Encens	1, 071.
Esprit-de-Vin rectifié	0, 866.
— de Térébentine	0, 874.
Etain pur	7, 320.
— allié d'Angleterre	7, 471.
Fer	7, 645.
Gomme arabique	1, 375.
S 2	Grenat

# 412 E L E M E N S D E L A

Grenat de Bohême	4, 360.
— Suède	3, 978.
Huile de Lin	0, 932.
— d'Olive	0, 913.
— de Vitriol	1, 700.
Karabé ou Ambre jaune	1, 065.
Lait de Vache	1, 030.
Litargé d'Or	6, 000.
— d'Argent	6, 044.
Maganèse	3, 530.
Marbré noir d'Italie	2, 704.
— blanc d'Italie	2, 707.
Mercure	13, 593.
Noix de Gallès	1, 034.
Or d'essai ou de coupelle	19, 640.
— d'une Guinée	18, 888.
Os de Bœuf	1, 656.
Pierre sanguine	4, 360.
— calaminaire	5, 000.
— à fusil opaque	2, 542.
— transparente	2, 641.
Poix	1, 150.
Sang humain	1, 040.
Sapin	0, 550.
Sel de Glauber	2, 246.
— Ammoniac	1, 453.
— Gemme	2, 143.
— Polychreste	2, 148.
Soufre commun	1, 800.
Talc de Venise	2, 780.
Tartre	1, 849.
Turquoise	2, 508.
Verd-de-gris	1, 714.
Verre blanc	3, 150.
— commun	2, 620.
Vin de Bourgogne	0, 953.
Vinaigre de Vin	1, 011.
— distillé	1, 030.

VI.

Vitriol d'Angleterre . . .	I, 880.
Yvoire . . . . .	I, 825.



## CHAPITRE XL.

### *Des Tuyaux Capillaires.*

D. QU'appellez-vous Tuyaux Capillaires? Tuyaux  
Capillaires.

R. On donne ce nom à de petits Tubes <sup>res.</sup> fort menus, qui peuvent être faits de verre, ou de toute autre matière capable de contenir des Liqueurs. Ce nom leur vient de la ressemblance qu'ils ont avec les cheveux, que l'on regarde communément comme de petits canaux creux capables de transmettre certaines humeurs. Ceux dont on se sert pour les expériences sont beaucoup moins menus : leur diamètre peut s'étendre jusqu'à  $2\frac{1}{2}$  lignes. Leur forme est indifférente. Deux morceaux de glace de miroir, dont les plans s'approchent parallèlement à une distance convenable, produisent les mêmes effets qu'une suite de petits Tuyaux; & tous les Corps spongieux, ou assez poreux, pour admettre les Liqueurs, peuvent être aussi considérés comme des assemblages de Canaux Capillaires.

D. Les Tuyaux Capillaires font-ils des exceptions aux Loix de l'Hydrostatique Si ces Tuyaux font des excep- établies dans le Chapitre précédent?

R. C'est le sentiment de quelques Physiciens; mais d'autres prétendent qu'il n'est pas absolument impossible de rappeler tions aux Loix de l'Hydrostatique.

Loix générales de l'Hydrostatique. ce qu'il y a de singulier en apparence dans ces sortes de phénomènes. Tout ce qu'on a dit sur cette matière ne sauroit encore être regardé que comme de simples probabilités.

Leurs propriétés & leurs effets.

D. Quelles sont les propriétés & les effets des Tuyaux Capillaires?

R. 1. Toutes les Liqueurs, excepté le Mercure, y montent au-delà du niveau, tant dans le Vuide que dans l'Air. 2. Les Liqueurs s'élèvent à différentes hauteurs dans le même Tube, selon l'ordre qui suit, en commençant par celles qui montent le plus haut. L'Urine, l'Huile de Vitriol concentrée, l'Eau salée, l'Esprit de Nitre, & l'Esprit de Vin. Puisque l'Esprit de Vin, qui est le plus léger, est celui de tous ces Liquides qui s'élève le moins, on doit conclure de là que les Liqueurs ne s'élèvent point dans les Tubes en raison renversée de leur densité. 3. Dans des Tubes de différens diamètres, les Liqueurs s'élèvent en raison inverse de leur largeur, c'est-à-dire, qu'elles y montent d'autant plus, qu'ils sont plus étroits. Tout cela résulte des expériences suivantes.

Expériences qui prouvent ces propriétés des Tubes.  
Planche XVI.  
Fig. 13.

Emplissez successivement de différentes Liqueurs le petit Gobelet AB, & plongez-y le petit Tuyau CD, dont les deux extrémités sont ouvertes, & que l'on attache sur une petite bande de carton blanc, divisée selon sa longueur en parties égales. Dès que le Tube est plongé, la Liqueur s'élève vers D; &, si l'on enfonce le Tube plus avant dans le Gobelet, la Liqueur monte d'autant au-dessus de l'endroit où elle s'étoit fixée d'abord.

Si l'on plonge dans de l'Eau colorée, deux

deux Tubes de même longueur, mais dont les diamètres diffèrent intérieurement de XVI. moitié, comme dans la *Figure 14*, l'Eau s'élèvera une fois plus haut dans celui des deux Tubes qui a le diamètre une fois plus petit.

Si l'on répète les expériences précédentes, en employant du Mercure au-lieu d'autres Liqueurs, ou que l'on verse du Mercure dans un Siphon renversé, dont une des branches soit capillaire, comme dans la *Figure 15*; le Mercure se tient toujours plus bas que son niveau, & son abaissement est d'autant plus grand, que le Tube est plus étroit. Dans le Siphon renversé, par exemple, au-lieu de s'élever en G dans la branche capillaire, pour être de niveau à celui de l'autre branche, il se tient en H, & se tiendrait encore plus bas, si ce Tuyau qui le contient étoit d'un diamètre plus petit. On ne connoit que le Mercure qui se comporte ainsi dans les Tubes capillaires.

D. Qu'y a-t-il dans ces faits, qui paroisse contraire aux règles ordinaires de l'Hydrostatique?

R. C'est que suivant ces règles, ainsi que nous l'avons vu dans le Chapitre précédent, une Liqueur se met toujours de niveau avec elle-même, soit dans un seul & même Vaisseau, soit dans plusieurs qui communiquent ensemble: si elle obéit à une force, qui l'élève au-dessus de son niveau, elle lui cède proportionnellement à sa densité.

D. Ne fait-on donc pas encore comment se fait le jeu des Tuyaux capillaires?

R. Jusqu'à présent c'est une énigme pour

expliquer  
ces effets.

les Physiciens. Voici les principales opinions qui ont été proposées sur cette matière.

première  
Hypothèse.  
Planche  
XVI.  
Fig. 13.

Les uns attribuent ces phénomènes à la pression inégale de l'Air, ou du Fluïde environnant, qui agit plus librement & avec plus de force sur la surface du Vaisseau AB, que par l'orifice supérieur du Tuyau plongé. Ils prétendent que les parties rameuses de l'Air s'embarassent & se meuvent difficilement dans un canal étroit, tandis qu'il agit sans obstacle sur la surface du Gobelet. Mais si l'Air n'agissoit pas librement dans le Tuyau, il faudroit que la Liqueur s'élevât proportionnellement à la longueur du Tube, puisqu'il éprouveroit plus d'obstacle dans un Tuyau plus long que dans un plus court : cependant cela n'arrive pas ; c'est le diamètre du Tube qui règle le degré d'élévation.

Seconde  
Hypothèse.  
-se.

D'autres Physiciens ont recours à un Fluïde plus subtil que l'Air grossier, tel qu'il subsiste dans la Machine du Vuide, & dont les parties sont globuleuses. Ce Fluïde ne remplissant jamais bien exactement un Tube, la pression dépendante de cette plénitude doit diminuer à proportion que le Tube est plus étroit. Mais un Fluïde, dont les parties sont si subtiles, & qui le sont assez pour pénétrer les pores du verre, laisse-t-il tant de vuide dans le Tube, & s'applique-t-il si mal aux parois du verre, que sa pression diffère sensiblement de celle qu'il exerce en dehors sur la superficie du Reservoir ? D'ailleurs, pourquoi la pression plus libre & plus forte sur la surface du Vase, n'élève-t-elle pas les Liqueurs

queurs à des hauteurs qui soient proportionnelles à leurs densités?

Il se trouve des Physiciens qui prétendent que, lorsqu'on a plongé le bout d'un Tube, la petite colonne de Liqueur qu'il renferme, perd son poids par son adhérence au verre, & que cessant de peser sur le fond du Vase où se fait l'immersion, les colonnes extérieures au Tube en poussent une semblable sous la première, une autre sous la seconde, & que toutes ces parties s'accumulent en une colonne totale, dont la hauteur est proportionnelle au frottement qui augmente comme le diamètre du Tuyau diminue. Mais cette Hypothèse ne s'accorde pas avec l'expérience, puisqu'il est évident que les Tubes ont leurs effets aussi promptement, & d'une manière aussi complète, quand on ne fait que toucher les Liqueurs le plus légèrement qu'il est possible, comme lorsqu'on les y plonge fort avant. La pression des colonnes qui entourent la partie plongée du Tuyau, n'entre donc pour rien dans cet effet.

La plupart des Newtoniens, pour expliquer l'effet des Tubes capillaires, ont recours à l'Attraction, qu'ils regardent comme un fait qui a lieu dans toute la Nature. Le Verre, disent-ils, attire l'Eau, plus que l'Eau ne s'attire elle-même: dès que l'orifice du Tube vient à la toucher, elle s'élève jusqu'à ce que son poids fasse équilibre à la Vertu attractive qui réside dans la surface intérieure du Tuyau. L'Eau s'élève plus haut dans les petits Tubes que dans les gros, parce que leur surface est plus grande relativement à la solidité de la colonne d'Eau, & les parties du milieu

Troisième  
Hypothèse.

Quatrième  
Hypothèse, celle des  
Newtoniens.

sont moins éloignées du verre qui les attire. Le Mercure se tient plus bas que le niveau dans ces sortes de Tubes, parce qu'étant plus dense que le verre, il s'attire plus lui-même que le Tuyau ne peut l'attirer.

Mais tous les Corps pénétrables à l'Eau, & qu'on doit regarder à cet égard comme des Tubes capillaires, n'admettent-ils dans leurs pores, & n'élèvent-ils au-dessus du niveau que les Fluides moins denses qu'eux-mêmes? La hauteur de la colonne élevée dans le Tube, est-elle toujours réglée par l'excès d'Attraction du verre, & par la pesanteur spécifique de la Liqueur? Ne voit-on pas des Liqueurs plus pesantes s'élever dans le même Tube, plus haut que d'autres, qui sont cependant plus légères?

Opinion  
de Mr. Ju-  
rin.

L'insuffisance de cette explication a porté l'un des plus ingénieux partisans de l'Attraction (a) à lui en substituer une autre. Il prétend que l'Attraction du Tuyau n'agit que par la partie annulaire de la surface intérieure, où se termine la colonne de Liqueur.

Expé-  
rien-  
ces sur les-  
quelles son  
opinion  
est fondée.  
Planche  
XVI.  
Fig. 16.

L'opinion de ce Philosophe est fondée sur des expériences ingénieuses, & dont les apparences sont séduisantes. Il plonge le Tube AB, formé de deux parties A C, C B, dont les diamètres sont fort diffé-  
rens.

(a) Mr. Jurin dans les Transactions Philosophiques n. 255, art. 2; & n. 363, art. 2. Les Dissertations de ce Philosophe se trouvent à la fin des Leçons de Physique expérimentale de Mr. Côtés, traduites en François par Mr. Le Monnier.



rens. Quoiqu'un Tuyau de la grosseur de *Planche*  
 CB ne puisse élever la liqueur qu'au point *XVI.*  
 E, si cependant on l'emplit jusqu'en D, l'Eau *Fig. 16.*  
 y demeure suspendue, pourvu que cette por-  
 tion du Tuyau soit d'un tel diamètre, qu'un  
 Tube de sa grosseur doive élever l'Eau de la  
 hauteur BD.

Si l'on renverse ce Tuyau, comme FG,  
 l'Eau ne s'élève & ne demeure suspendue  
 qu'au point F, hauteur à laquelle elle s'é-  
 leveroit par un Tube qui seroit, dans tou-  
 te sa longueur, d'un diamètre égal à la par-  
 tie F.

Ces deux expériences prouvent, que si  
 la hauteur des colonnes d'Eau soutenues  
 dépendoit de l'Attraction de toute la sur-  
 face intérieure, la Liqueur ne devroit pas  
 se soutenir plus haut que le point E dans  
 la première; & dans la seconde elle excé-  
 deroit la hauteur F, puisque la plus longue  
 partie du Tuyau qui la contient est, par  
 supposition, d'un diamètre propre à la fai-  
 re monter d'une quantité égale à BD. Cet-  
 te élévation, ou suspension de Liqueur, dé-  
 pend donc plutôt de la partie annulaire du  
 verre où se termine la colonne, puisque la  
 hauteur de l'Eau change avec le diamètre de  
 cet anneau.

Comme la première expérience de Mr.  
 Jurin peut être faite de façon qu'elle prou-  
 ve trop, & qu'elle devient elle-même un  
 nouveau phénomène qui mérite d'être ex-  
 pliqué, au-lieu du Tube AB, *Figure 16.* *Fig. 16.*  
 il emploie un Entonnoir qui peut avoir plu-  
 sieurs pouces de largeur, & qui finit en Tu-  
 be capillaire, comme dans la *Figure 17.* *Fig. 17.*  
 Si cet Entonnoir, ainsi renversé, n'excède  
 pas la hauteur à laquelle pourroit s'élever  
 l'Eau

Planche  
XVI.  
Fig. 16.

Fig. 17.

l'Eau dans un Tube gros comme la partie H, il pourra rester tout plein, comme DB, *Figure 16*, de la précédente expérience. Si l'Attraction annulaire soutient la colonne HI, *Figure 17*, comment la grande quantité d'Eau qui l'environne, se soutient-elle?

On a répondu que cette masse d'Eau est soutenue par l'Attraction de la partie convexe, c'est-à-dire, que chaque point du verre KL attire la colonne qui lui est soumise. Mais une nouvelle expérience faite par Mr. Jurin, détruit encore cette réponse.

Ce que  
prouvent  
les expé-  
riences de  
Mr. Jurin,  
suivant  
Mr. Clair-  
aut.

Reste maintenant à savoir si le principe de l'Attraction, tel qu'il est employé par Mr. Jurin, fournit le véritable denouement. Suivant Mr. Clairaut (a), qui a examiné le fait selon les loix générales de l'Hydrostatique, & calculé ensuite combien l'Attraction peut altérer le niveau, bien loin que l'effet vienne de l'Attraction de la partie supérieure du Tube, à laquelle il semble qu'on doive l'attribuer, selon les expériences de Mr. Jurin, c'est au contraire la partie inférieure qui agit, celle d'en-haut n'y a nulle part, son Attraction étant contrebalancée par une pareille Attraction dans la partie moyenne du Tuyau.

Résultat.

Il résulte de tout ce qu'on vient de dire, que le jeu des Tuyaux capillaires n'est point encore assez expliqué. La pression inégale de quelque Fluïde est probablement le point fondamental de l'explication; mais l'adhérence ou la viscosité naturelle des Liqueurs, la grandeur & la figure de leurs parties,

(a) Voyez la Théorie de la *Figure de la Terre* tirée des principes de l'Hydrostatique.

parties, & peut-être un certain mouvement qui leur est propre, contribuent de beaucoup à ces effets, & sont par conséquent autant d'objets qui demandent ici l'attention des Physiciens.



## CHAPITRE XLI.

### *De l'Air & de l'Atmosphère de la Terre.*

D. QU'est-ce que l'Air ?

R. C'est ce Fluïde qui couvre la surface de la Terre, & qui l'entoure de tous côtés. En quelque endroit qu'on se transporte sur la Terre, soit qu'on change de climat, soit qu'on s'élève des lieux les plus bas à la cime des plus hautes montagnes, on se trouve toujours dans l'Air : on ne connoit aucun lieu ni aucun tems où ce Fluïde ait manqué. Il y a donc tout lieu de croire que le Globe que nous habitons, est entouré d'Air de toutes parts ; & c'est à cette espèce d'enveloppe que l'on donne communément le nom d'Atmosphère.

Ce que  
c'est que  
l'Air.

D. Quelle est son utilité ?

R. C'est l'élément le plus universel, le plus nécessaire pour la conservation de tout ce qui vit sur la terre. C'est lui qui forme les vents, qui fait évaporer les eaux, qui fait végéter les plantes, qui entretient la vie de l'Homme & de tous les Animaux que nous connoissons. Il est le véhicule

Son utili-  
té.

cule de la lumière, des sons, des odeurs (a).

s'il peut  
changer de  
nature. D. Peut-il changer de nature?

R. Tout semble nous prouver que c'est une substance dont la nature est fixe, dont les parties intégrantes sont simplès, homogènes, & dont les principes sont unis de manière à ne jamais céder à aucun des efforts que nous pourrions faire pour les décomposer.

Dans quel  
degré de  
chaleur de  
l'Air on  
peut vivre. D. Quel est le degré de chaleur de l'Air dans lequel nous pouvons vivre?

R. Mr. Boerhave a assuré que l'on doit avoir très chaud, quand le Thermomètre (b) est à 64 degrés, & que dans des chaleurs excessives la Liqueur ne passe pas 84 degrés. Il a décidé que personne ne pourroit vivre dans un Air qui auroit 90 degrés de chaleur, & que tous les Animaux que nous connoissons y périroient; & il a appuyé ce sentiment sur la différence qu'il doit y avoir entre la chaleur de l'Air que nous respirons, & la chaleur de notre Corps, car l'on fait que nous ne pourrions pas vivre sans difficulté dans ce dernier degré de chaleur. Selon lui notre chaleur vitale est de 92 degrés, & dans les Enfans elle est souvent de 94 degrés (c).

D.

(a) *Ipse Aer nobiscum videt, nobiscum audit, nobiscum sonat; nihil enim eorum sine eo fieri potest.* Cicéron de Nat. Deor. L. II. C. 33.

(b) Il employoit le Thermomètre de Fahrenheit.

(c) *Sciatis ergo, primo neminem posse vivere in Aëre, qui 90 gradus caloris habet, verum cito in illo mori animalia omnia nobis cognita, atqui calor noster vitalis est graduum 92, & in Infantibus saepe*

94.

D. Que doit-on penser du sentiment de cet Homme célèbre sur cette question? Erreur de Boerhave.

R. La décision de ce Médecin n'est fondée que sur une fausse supposition. Il ne resserre les bornes de la chaleur de l'Air que nous respirons, que parce qu'il suppose que la chaleur de notre Corps ne peut faire monter le Mercure du Thermomètre qu'à 92 ou tout au plus à 94 degrés.

Cependant Newton (a) & Fahrenheit (b) ont fixé le degré de la chaleur du Corps humain à 96 degrés. Il y a plus. Le Thermomètre de Mr. Poléni à Padoue a monté en 1728 à 91 degré du Thermomètre de Fahrenheit (c). Nous savons par les observations exactes de Mr. Musschenbroek qu'en Hollande, dans des chambres à l'ombre, l'Air a quelquefois (d) 90 degrés de chaleur. En 1729 le même Auteur a vu (e) la liqueur de son Thermomètre s'élever à 92 degrés, & le 9 Juillet 1733, l'Air d'une chambre sombre & ombragée communiqua 94 degrés de chaleur à son Thermomètre (f). Le Docteur Martine nous apprend (g), que dans l'Etuve d'Edimbourg l'on respire sans peine plusieurs heures de suite, quoique le Thermomètre y soit à 100 degrés, & que l'endroit soit ressermé. La cha-

94. *Elementa Chæmiz*, Tom. I. pag. 192. Voyez encore sur cela les pages 213, 274, 414, 415, 526, 553.

(a) *Transact. Phil. n.* 270, art. 8. an. 1701.

(b) *Ibid. n.* 352, art. 8. an. 1724.

(c) *Ibid. an.* 1731.

(d) *Tentam. Acad. del Cim. Add.* pag. 40.

(e) *Transact. Phil. an.* 1732, n. 425, art. 2.

(f) *Essai de Physique*, pag. 433.

(g) *De Animalium calore*, Cap. I, pag. 145.

chaleur du corps est donc plus grande que ne le croyoit Mr. Boerhave; & l'Air que nous respirons peut aquerir impunément un degré de chaleur beaucoup plus considérable que celui qu'il a fixé.

Comment  
l'Air de-  
vient mal-  
sain.

*D.* Puisque l'Air ne change pas de nature, comment peut-il devenir mal-sain, quoiqu'il ne soit ni trop chaud, ni trop froid?

*R.* Il n'est pas proprement mal-sain par lui-même, il ne le devient que par les mauvaises exhalaisons dont il est chargé, & qu'il porte dans le corps par le moyen de la respiration.

Moyens de  
purifier  
l'Air.

*D.* Comment peut-on se précautionner contre le mauvais Air?

*R.* Il n'est guère possible de purifier l'Air, lorsqu'une grande partie de l'Atmosphère, toute une Contrée, par exemple, est infectée de vapeurs nuisibles ou pestilentielles. Mais on peut par divers moyens remédier à cette infection, lorsqu'elle n'est répandue que dans une maison, dans une chambre, ou dans un vaisseau.

Mr. Desaguliers a inventé une Machine pour changer, en peu de tems, l'Air de la chambre d'un Malade, en faisant sortir de ce lieu le mauvais Air, ou en y introduisant de l'Air nouveau, ou bien en faisant l'un & l'autre successivement, sans ouvrir pour cela les portes ou les fenêtres (a). Mr. Ragnes de Montpellier a aussi inventé un Soufflet, dont la construction est presque la même que celle du Soufflet de Mr.

(a) Transact. Philos. pour les mois d'Avril, Mai & Juin 1735.

Mr. Desaguliers; & sur les épreuves que l'Académie des Sciences de Paris en a faites, elle a jugé qu'il peut être utile pour les Fourneaux à fonderies, pour les Forges, & pour d'autres usages (a). Nous avons aussi des Machines de nouvelle invention, & très commodes, pour purifier l'Air des Vaisseaux, qui, dans les voyages de long cours, se corrompt, & fait souvent périr la plus grande partie de l'Equipe.

D. L'Air est-il élastique?

Elasticité

R. Il l'est extrêmement, comme nous le prouverons dans le Chapitre suivant par plusieurs expériences. Donne-t-on issue à l'Air séringué & comprimé dans les Armes à vent, il se dilate par la force de son ressort, & chasse une bale presque avec autant de force que feroit la poudre à canon. C'est par sa force élastique qu'il se raréfie, lorsqu'il trouve plus d'espace qu'il n'en avoit; en sorte que l'on démontre que l'Air, tel que nous le respirons, étant déchargé de tout poids, occuperoit quatre mille fois plus de place, & en pourroit occuper soixante fois moins (b). C'est par cette force de ressort que dans la Machine du Vuide l'on fait sortir presque tout l'Air qui est dans un Vase. C'est par cette même force qu'une Vessie pleine d'Air rebondit comme une bale de tripot, & que lorsqu'on a ouvert un Tuyau, par lequel on a séringué de l'eau dans une phiole pleine d'Air, elle en sort avec

(a) Voyez le Recueil des Machines approuvées par l'Académie Roy. des Scienc. Tom. V, 1728, n. 306, pag. 41.

(b) Journal de Trevoux, an. 1702, pag. 66.

avec violence. C'est encore par cette force de l'Air, augmentée par la chaleur lorsqu'il est renfermé, qu'on lui fait soutenir plus de 28 pouces de Mercure, & plus de 32 pieds d'eau (a). Enfin, c'est par sa vertu élastique que plus il est chargé, plus il fait effort pour se dilater lorsqu'il est échauffé, & que dans les entrailles de la Terre, où il est plus comprimé que sur sa surface, les fermentations doivent lui faire produire des tremblemens de terre, c'est-à-dire des effets assez semblables à ceux d'une Mine qui a pris feu (b).

Mouvement ondulatoire de l'Air. Comment il se fait.

D. Par quelle sorte de mouvement l'Air est-il agité?

R. Par un mouvement ondulatoire.

D. Comment se fait ce mouvement?

R. De quelque manière que l'Air soit agité, les particules qui sont mises en mouvement, en quittant leurs places, obligent les particules voisines à occuper un plus petit espace; & l'Air, par cela même qu'il est dilaté dans un endroit, est comprimé dans l'endroit voisin. L'Air comprimé, devenant plus élastique, se dilate de nouveau, & même plus qu'il ne l'étoit auparavant, les particules qui le composent, s'éloignant l'une de l'autre, par le mouvement acquis, à une plus grande distance que celles qui les

(a) Voyez la manière d'élever l'Eau par la force du Feu, par Mr Papin, Cassel 1707.

(b) *Vis fera Ventorum eacis inclusa cavernis  
Expirare aliquâ cupiens, luctataque frustra  
Liberiore frui cælo : cum carcere rima  
Nulla foret toto, nec pervia flatibus esset,  
Extentam tumefacit humum, ceu spiritus oris  
Tendere vesicam solet.* Ovid Metam. L. XV.



les séparoient au commencement. L'Air, dilaté par ce mouvement, revient à son premier état, & est comprimé ensuite dans un sens contraire. Cette compression produit de nouveau un mouvement de dilatation, & ainsi de suite. Il naît donc de cette agitation, quelle qu'elle soit, un mouvement analogue à celui d'une Onde sur la superficie de l'eau; & delà vient qu'on appelle cette portion d'Air comprimé, avec l'Air dilaté qui le suit, une Onde d'Air. L'Air comprimé se dilate de tous côtés, & le mouvement d'une Onde est le même que celui d'une Sphère, qui s'étend de toutes parts, précisément comme une Onde qui s'étend en cercle sur la superficie de l'eau (a).

D. L'Air demeure-t-il toujours fluide? L'Air toujours fluide.

R. Soit qu'on le comprime, ou qu'il soit exposé au plus grand froid, il conserve toujours sa fluidité.

D. Est-il pesant?

Sa pesanteur.

R. Il l'est extraordinairement. Il comprime fortement tous les Corps sur lesquels il repose, & les pousse avec force en en-bas.

D. Quelle est sa pesanteur spécifique?

R. Elle n'est pas toujours la même; mais elle est à celle de l'eau comme 1 à 606, & delà jusqu'à 1000.

D. Avec quelle force l'Air de notre Atmosphère comprime-t-il les Corps de notre Globe? l'Atmosphère.

R. Avec autant de force que si une Mer d'eau

(a) Voyez sur cela's Gravesande, *Elémens de Physique*, Tom. II, pag. 51, & suiv.

d'eau se trouvoit répandue au-dessus de la Terre à la hauteur de 33 $\frac{1}{2}$  pieds.

**Si l'Air agit en tous sens ?** *D.* Agit-il par sa pesanteur en tous sens ?

*R.* Oui; car il presse en en-haut, en en-bas, latéralement, en devant, en arrière, obliquement. Delà vient que les Corps les plus tendres, qui sont tout entourés d'Air, se conservent en entier, parce qu'ils sont également comprimés de tous côtés. Delà vient aussi que nous ne sentons presque pas le poids de l'Atmosphère, parce que l'Air nous environne & nous presse de toutes parts. Mr. Mariotte a démontré que la pression latérale de l'Air est égale à la perpendiculaire. L'air renfermé dans notre Corps se porte en-dehors pour contrebalancer celui de l'Atmosphère.

**Causes de la pesanteur de l'Atmosphère.** *D.* Quelles sont les causes qui rendent l'Atmosphère plus pesante ?

*R.* 1. Certains Vents, comme le Vent de Nord; car ce Vent, en rendant l'Air plus froid, le condense, & diminue son élasticité. L'Atmosphère condensé descend plus bas, presse davantage, & a moins de force centrifuge. Il est démontré d'ailleurs que les Corps sont d'autant plus pesans, qu'ils sont plus proches du centre de la Terre. 2. Lorsque l'Atmosphère se trouve chargé d'une grande quantité de vapeurs & d'exhalaisons, il devient plus pesant; ce qui arrive plus fréquemment en Été qu'en hiver, parce que la chaleur fait sortir de la Terre une plus grande quantité d'exhalaisons.

**Son poids.** *D.* Sait-on quel est le poids de tout l'Atmosphère ?

*R.* En supposant qu'une colonne d'Air d'un

d'un pied en quarré, depuis la surface de la Terre jusqu'à l'extrémité de l'Atmosphère, pèse 2300 livres, & qu'un degré d'un grand Cercle de la Terre est de 57060 toises, ou de 25 lieues de 13695 pieds; l'on pourra déterminer le poids de tout l'Atmosphère.

*D.* Pourquoi l'Atmosphère est-il plus léger sous l'Equateur que sous les Poles? Pourquoi l'Atmosphère plus légère sous l'Equateur que sous les Poles.

*R.* Parce que la force centrifuge est plus grande sous l'Equateur que sous les Poles. Cette force centrifuge fait élever l'Air plus haut sous l'Equateur, & le rend par-là moins pesant.

*D.* Quel est l'Air le plus libre, le plus dégagé, le moins condensé? Quel est l'Air le plus libre.

*R.* C'est celui qui se trouve dans la partie supérieure de l'Atmosphère, parce qu'il n'a rien en cet endroit qui le retienne. L'Air inférieur est pressé par celui d'en-haut, & par conséquent plus condensé & réduit en un plus petit volume.

*D.* Peut-on déterminer la véritable hauteur de notre Atmosphère? Hauteur de l'Atmosphère.

*R.* La chose est très difficile, parce qu'on ne sauroit savoir précisément combien l'Air, qui est entièrement libre, peut se dilater. D'ailleurs cette hauteur n'est pas la même dans chaque País, puisque la figure de l'Atmosphère est ovale. Un grand froid, en condensant l'Air, fait aussi baisser l'Atmosphère. Newton a supputé que l'air, à la hauteur de 7 milles d'Angleterre, est quatre fois plus rare que sur la surface de la Terre, & que cette raréfaction est 16 fois plus grande à la hauteur de 14 milles. Suivant Mr. Halley, la hauteur de l'Atmosphère est d'environ 45 milles d'Angleterre; mais suivant

vant Mr. de la Hire, elle est de 51 milles. Tout cela est assez incertain. Cependant, si l'on suppose que la hauteur de l'Atmosphère soit de 51 milles, alors l'Air, qui se trouve à cette hauteur, doit être 4000 fois plus rare que sur la surface de la Terre.

En supposant que la hauteur du Mercure est toujours au rivage de la Mer, de 28 pouces, ou de 336 lignes: 61 toises plus haut, de 335 lignes: & 62 toises plus haut, de 334 lignes; l'on pourra conclure que l'Atmosphère à 12796 toises, ou six lieues & demie de hauteur depuis la surface de la Mer (a). Mais comme l'Air est beaucoup plus dense vers les Poles, & plus rare sous l'Equateur, cette règle n'est bonne que pour les lieux qui sont à peu-près sous le même parallèle que la France (b). Si l'on met l'Aurore Boréale au nombre des Méteores, il ne faut plus penser à fixer la hauteur de l'Atmosphère (c).

Force &  
pésanteur  
de l'Air.

D. Y a-t-il des expériences qui prouvent la force & la pésanteur de l'Air?

R. Il y en a un grand nombre.

D. N'en fait-on pas quelques-unes à l'aide de la Machine du Vuide.

R. Oui; & en voici une assez curieuse. Ajustez sur le trou de la Platine, l'orifice d'une Bouteille plate & clissée; pompez l'air de cette Bouteille, & elle se cassera tout d'abord. Selon les règles de la Physique, la Bouteille doit se casser, parce que les

(a) Mém. de l'Acad. des Scienc. an. 1703.

(b) Hist. de l'Acad. an. 1712.

(c) Voyez l'Hypothèse de Mr. Halley sur l'Aurore Boréale & sur la cause de la variation de la Boussole, Transact. Philos. n. 148. & 195.

les deux côtés sont poussés l'un vers l'autre par deux colonnes d'Air; force à laquelle ils ne sauroient résister, à moins qu'ils ne soient soutenus par une force intérieure égale à la force qui les pousse: ils ne sont point soutenus de la sorte, puisqu'on a pompé l'Air de la Bouteille.

*D.* Mais pourquoi le Récipient ne se brise-t-il point, lorsqu'on en pompe l'Air?

*R.* Parce que ses parties disposées en forme de voute, & appuyées les unes sur les autres, sont à l'épreuve de la pesanteur de l'Air extérieur. Mais vous essaieriez en vain de séparer perpendiculairement le Récipient de la Machine; l'action de la pesanteur de l'Air, répandue en tous sens, les tient attachés.

*D.* Ces faits prouvent effectivement la pesanteur de l'Air, y en a-t-il aussi pour prouver son ressort?

Faits qui prouvent son ressort.

*R.* En voici un. Mettez sous un Récipient une Pomme vieille & ridée, une Vessie flasque, dont le cou soit bien lié; pompez l'Air, & vous verrez la Vessie s'enfler, & la Pomme se dérider. Il est facile de rendre raison de ce phénomène. L'Air, qui se trouve dans la Pomme & dans la Vessie, n'étant plus comprimé par l'Air extérieur, se dilate, & par sa dilatation enfle la Vessie & fait dérider la Pomme. Laissez rentrer l'Air, la Vessie enflée se desinflera, & la Pomme reprendra ses rides.

*D.* Pourquoi, lorsqu'on met un verre de Bière sous un petit Récipient, dont on pompe l'Air, voit-on des milliers de petites bulles monter & la Bière écumer?

Cause de certaines bulles d'Air.

*R.* Parce qu'étant alors délivrées de la pres-

pression de l'Air extérieur, elles se dilatent, elles s'enflent, deviennent plus légères, & sont forcées de monter par la pesanteur de la Bière.

Pourquoi l'eau tiède bouillonne-t-elle plutôt que l'eau froide ?

R. C'est que les parties de l'eau tiède, agitées, divisées par l'action de la chaleur, laissent aux particules d'Air, déjà un peu échauffées & dilatées, des issues plus libres pour se dégager.

Cause de l'augmentation du volume des bulles d'Air. D. Pourquoi les bulles d'Air augmentent-elles de volume, à mesure qu'elles approchent de la surface ?

R. Parce qu'à mesure qu'elles montent, ayant un moindre poids à soutenir, elles se dilatent.

Pourquoi l'Air plus resserré dans l'eau. D. L'Air a-t-il le même volume dans l'eau que hors de l'eau ?

R. Il est plus resserré dans l'eau, parce qu'il s'y trouve chargé d'un plus grand poids. Selon les principes de Mr. Mariotte, l'Air peut être dilaté plus de quatre mille fois d'avantage qu'il ne l'est dans les liqueurs & près de la Terre.

FIN DU TOME I.















**BIBLIOTHECA  
REGIA  
MONACENSIS.**

